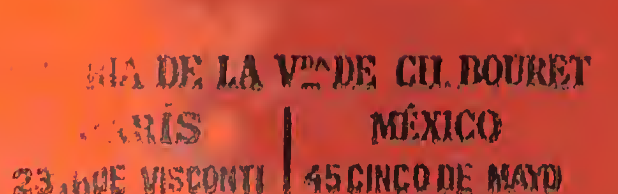


J. LANGLEBERT

HISTORIA NATURAL







RIA DE LA Vda DE CH. BOURET

RÍS | MÉXICO

23, RUE VISCONTI | 45 CINCO DE MAYO

Demetrio Ruiz y López
México D.F.

Gutiérrez-Bravo

CURSO ELEMENTAL DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS

Acomodado á los últimos Programas prescritos
para la segunda Enseñanza, exámenes de Bachillerato
y Escuelas normales primarias

HISTORIA NATURAL

(Zoología, Botánica, Geología,
Higiene)

Por J. LANGLEBERT

NOTA PRELIMINAR

DE LA 68ª EDICIÓN FRANCESA

(décimasexta española)

Esta nueva edición de nuestra *Historia natural*, totalmente rehecha para ponerla más en conformidad con los programas universitarios del 31 de Mayo de 1902, es un libro nuevo, aunque escrito siempre según el plan y método que han asegurado el éxito de las ediciones anteriores. Es conveniente con especialidad á los alumnos del segundo Ciclo de la Enseñanza secundaria, como también para la preparación del Certificado superior y de otros estudios semejantes.

Al redactar este libro nos hemos inspirado sobre todo en las ideas reinantes actualmente acerca de la *evolución* incesante y progresiva de los animales y de los vegetales, demostrando, cuando la ocasión se ha presentado, la influencia manifiesta del medio sobre la estructura y la exterior conformación de los seres, el cual tiende, cuando se modifica, á producir variaciones en las especies, á fin de que se adapten mejor á las nuevas condiciones de su existencia.

Puédese admitir hoy que la materia viviente se halla sujeta á una ley de perfeccionamiento continuo, que en el transcurso de los siglos ha dado origen á variedades de forma, casi infinitas, de los animales y de los vegetales. De este modo la materia obedece á la ley de la atracción universal, suficiente para regular los movimientos de los astros y presidir la mayor parte de los fenómenos físicos. Estas dos grandes leyes, obra del Criador, rigen al Mundo.

En la Botánica se han descrito minuciosamente los dos modos de reproducción de las Criptógamas por esporas y por huevos, á fin de poner de relieve las analogías y diferencias entre estos sistemas y el propio de las plantas Fanerógamas.

Hemos añadido, como innovación, á nuestra *Historia natural* una cuarta parte, que comprende precisas nociones acerca de la Higiene, ciencia de la vida, manantial de salud del cuerpo y del espíritu, que nadie debe ignorar. Ha sido redactada conforme al programa de la clase de Filosofía.

Por último, después de cada capítulo, se han puesto resúmenes concisos y completos que permiten hacer una rápida revisión de las diferentes partes del libro.

J. Langlebert.

71ª edición (1911). — **Antropología** : el hombre más antiguo del mundo, esqueleto paleolítico de la Chapelle-aux-Saints en la Correze, p. 591-592.

HISTORIA NATURAL

NOCIONES PRELIMINARES

Definicion de la Historia natural. — Division de los cuerpos naturales en tre reinos. — Caracteres generales de los seres vivientes. — Animales y vegetales : caracteres comunes; caracteres distintivos.

Definición de la Historia natural. — División de los cuerpos naturales en tres reinos.

1. **Definición de la Historia natural.** — Desígnase con el nombre de *Historia natural* la ciencia que tiene por objeto el estudio de los cuerpos brutos ó vivientes esparcidos sobre la haz de la tierra ó que constituyen la masa terrestre.

La Historia natural investiga el origen, el modo de formación y de crecimiento de los cuerpos; estudia sus formas exteriores, su organización ó estructura interna, su distribución geográfica; en una palabra, todos los caracteres que pueden servir para distinguirlos unos de otros.

2. **División de los cuerpos naturales en tres reinos.** — Entre los cuerpos naturales, unos aparecen como inertes masas, exclusivamente sujetas á las leyes físicas : tales son *los cuerpos inorgánicos ó minerales*. Otros, por el contrario, nos muestran el fenómeno de la vida, es decir, una actividad especial, inherente á un sistema compuesto de *órganos* ó instrumentos destinados á la realización de ciertos actos : son éstos los cuerpos *vivientes* ú *organizados*. Estos últimos se dividen, á su vez, en dos grupos distintos, á saber : en *animales* y *vegetales*. De aquí los tres *reinos* de la naturaleza, admitidos por la ciencia y el vulgar lenguaje : *Reino mineral*,

que comprende todos los cuerpos brutos ó inorgánicos; *Reino vegetal* y *Reino animal*, en los cuales están incluidos todos los seres dotados de vida, vegetales y animales.

Caracteres generales de los seres vivientes.

3. Caracteres distintivos de los seres vivientes y de los cuerpos brutos. — Los seres vivientes se distinguen de los cuerpos inorgánicos ó minerales por un conjunto de caracteres, siendo éstos los principales: 1º el *origen*; 2º la *duración*, inseparablemente unida al *desarrollo* y á la *nutrición*; 3º la *organizacion*.

1º *Origen.* — La formación de los cuerpos inorgánicos está completamente sujeta á las leyes físicas y químicas; es el resultado de la combinación de moléculas elementales que la afinidad atrae y reune. El hombre puede formar, si quiere, agua, ácidos, sales, etc., colocando en condiciones favorables á su combinación los elementos de que se componen aquellos cuerpos. Los seres vivientes, en cambio, deben su origen á otros seres completamente semejantes á ellos, de los cuales reciben de generación en generación el principio de la vida.

2º *Duración, desarrollo, nutrición.* — Los cuerpos inorgánicos, una vez formados, pueden durar indefinidamente, mientras que una causa extraña no venga á destruir la fuerza de cohesión que mantiene unidas sus moléculas constitutivas. La duración de los seres vivientes es, por lo contrario, limitada. Todos tienen un principio, una existencia y un fin. Su *evolución* comprende tres períodos: período de crecimiento, durante el cual, su organización se desarrolla progresivamente; período estacionario, ó plenitud de la vida, que varía en cada grupo de seres, durante el cual se establece un equilibrio, más ó menos perfecto, entre el desgaste del organismo y su reparación; y, últimamente, período de decrecimiento, cuando la actividad vital, disminuyendo poco á poco, no basta para reparar el desgaste, el cual período continúa fatalmente hasta la muerte.

Para que el crecimiento, el período más ó menos estacionario y el de decadencia ó decrecimiento se verifiquen, requiérese que el ser viviente, sea vegetal ó animal, absorba

y se asimile las diversas substancias que le son necesarias para conservarse en cada uno de dichos estados. Establécese por lo mismo un cambio material y continuo entre el ser viviente y el medio que le rodea, al que á su vez devuelve mediante sus diversas secreciones los múltiples elementos que aquél le había suministrado. Este cambio recíproco toma el nombre de *nutrición*, que comprende la *asimilación* ó transformación en materia viviente de los alimentos hallados fuera de sí, y la *desasimilación* ó expulsión de cuanto ha llegado á ser inútil ó dañino.

Cuando la asimilación es superior á la desasimilación, ese período se llama juventud; cuando ambos fenómenos se equilibran, se está en la edad madura; y cuando la segunda sobrepasa á la primera, se ha llegado á la vejez.

3º *Organización*. — La *organización celular* es la característica absoluta del ser viviente, sea animal ó vegetal. No hay parte alguna de sus tejidos que no se componga de células, cuya forma puede variar, pero cuya composición esencial es siempre la misma. Toda célula comprende : 1º Una sustancia particular, muy parecida á la albúmina del huevo y de igual consistencia, dotada de movimiento peculiar y de una sensibilidad especial : *tal es la* MATERIA VIVIENTE *denominada* PROTOPLASMA ; 2º un *núcleo*, ordinariamente redondo, y de aspecto brillante, efecto de su cualidad refractora, situado en medio del protoplasma ; 3º una membrana que la envuelve, más acentuada en los vegetales que en los animales. La organización celular no se halla nunca en los cuerpos brutos.

En resumen, todo ser viviente está dotado de una organización celular, nace, se alimenta, se desarrolla y muere.

Animales y vegetales.

4. Caracteres comunes á los animales y á los vegetales. Protoplasma. — Fuera de los fenómenos de nutrición y reproducción propios de todos los seres vivientes, los animales y los vegetales tienen además el carácter común de ser constituídos por la materia viviente, llamada *Protoplasma*.

El Protoplasma, en su más simple forma, consiste en una substancia amorfa, algo así como gelatina transpa-

rente, de naturaleza albuminosa, sembrada con frecuencia de granulaciones.

Esta subtancia, que es contráctil, constituye el principio fundamental, el punto de partida de los *elementos anatomicos*, que componen unidos las diversas partes de los cuerpos organizados, vegetales y animales. Algunos de éstos, los ínfimos de la escala zoológica, no están formados sino de una simple masa de protoplasma, sin traza siquiera de órganos especiales : tales son las *Amibas* (*fig.* 1) animales pequeñísimos de la clase de los *Rizopodos*, que viven en las aguas estancadas; y que con ayuda del microscopio se les puede



Fig. 1. — *Amibas* (aumentadas en el diseno muchos cientos de veces).



Fig. 2. — *Zoosporos moviles de las algas de agua dulce*

ver cambiar de forma á cada instante, emitir expansiones ó lóbulos que en su cuerpo reconcentran en seguida, y asimismo circundar, para absorberlas, las partículas extrañas de que se alimentan.

De la misma manera, los *Zoósporos*, corpúsculos reproductores de las algas de agua dulce (*fig.* 2), no son otra cosa que una micoscópica acumulación de protoplasma guarnecida de dos pestañas vibrátiles, por medio de las cuales se mueven ó cambian de lugar.

5. Caracteres distintivos de los animales y los vegetales. — Los vegetales se distinguen de los animales en virtud de tres caracteres principales : 1º La ausencia de sensibilidad aparente y de movimientos voluntarios; 2º modo de nutrición y la presencia de la clorofila, 3º la presencia de la celulosa.

1º *Sensibilidad aparente y movimientos voluntarios.* — La mayoria de los animales están dotados de movimientos voluntarios y armónicos, que les permiten moverse

en dirección á un objeto determinado, siendo además sensibles á todo estímulo externo. No se crea, sin embargo, que el reino vegetal esté privado en absoluto de semejantes caracteres : las flores de las *Dioneas*, vulgarmente llamadas *papamoscas*, se cierran al posarse en ellas algún insecto, le aprisionan, le matan y de él se alimentan, y de igual manera las hojas de la *Sensitiva* se reunen apenas se las toca. Podemos agregar, en prueba de su sensibilidad, que estas plantas se anestesian, y se hacen incapaces de movimiento, bajo la acción de los vapores del cloroformo. Gran número de flores del campo se cierran de noche para volver á abrir sus corolas à la luz del día; las hojas del castaño se inclinan al anochecer, etc.

Puede decirse, pues, en términos generales que el vegetal nace, crece y muere en el mismo sitio, mientras que el animal se traslada de un punto á otro, ó presenta, si está fijo, diversos movimientos y claras señales de sensibilidad.

2º *Modo de nutrición: clorofila.* — Los animales y los vegetales se alimentan, pero de un modo completamente diverso. Los primeros están provistos de un canal interior, llamado canal digestivo, en que los alimentos penetran y se elaboran antes de servir para la nutrición; los segundos toman directamente del suelo por sus raíces, y de la atmósfera por sus verdes ramas y sus hojas, los materiales con que se forman y conservan su existencia.

Uno de los principales caracteres que distinguen á los vegetales de los animales, es la presencia en sus hojas y partes verdes de una sustancia protoplasmática especial, llamada *clorofila*, que ordinariamente no se halla en los animales. Mediante la clorofila, que es una materia colorante verdosa, los vegetales descomponen, por la acción de la luz, el nitrógeno del aire, para incorporar en sus tejidos el *carbono* de éste y exhalar el *oxígeno*. Este carácter no es tampoco absoluto, puesto que los Hongos y muchas plantas parásitas carecen de clorofila, en tanto que la contienen ciertos animales inferiores, como la Hidra verde de agua dulce.

3º *Celulosa.* — Esta es la que principalmente caracteriza y distingue á los reinos, vegetal y animal : los vegetales tienen celulosa y carecen de ella los animales. Esta substancia, que tanto abunda en los vegetales, forma la

envoltura resistente de sus células; su fórmula química es $C^6H^{10}O^5$. Debemos, sin embargo, consignar aquí que M. Berthelot ha hallado celulosa en la concha de algunos Moluscos.

En resumen, no existe diferencia absoluta ó fundamental entre la célula vegetal y la animal. Sólo allá en los confines de ambos reinos, cuando el organismo llega á ser muy rudimentario, existe confusión de caracteres. Entonces es cuando encontramos la materia viva, el protoplasma, evolucionando en dos series divergentes, animal y vegetal, que, apenas distintos en su origen, van gradualmente separándose ó diferenciándose cada vez más por caracteres más acentuados, á medida que los seres van siendo más complejos y perfectos.

RESUMEN

I. *Historia natural* es la ciencia que tiene por objeto el estudio de todos los cuerpos brutos ó vivientes, estudiados bajo los diferentes aspectos de su origen, su modo de formacion y de crecimiento, sus formas exteriores y su estructura interna.

II. Todos los cuerpos de la naturaleza se dividen en tres grandes grupos ó reinos : *Reino mineral*, que comprende los cuerpos brutos ó inorgánicos; *Reino vegetal* y *Reino animal*, en los cuales están incluidos los seres dotados de vida, vegetales y animales.

III. Los seres vivientes se distinguen de los cuerpos brutos por tres principales caracteres : 1° su origen; 2° su duracion limitada, intimamente unida al modo de su desarrollo y á la nutrición; 3° su organizacion celular. Todo ser viviente, séa animal ó vegetal, presenta organización celular, nace, se nutre y muere.

IV. Los fenómenos de nutrición y de reproduccion son comunes á los animales y á los vegetales.

V. El *protoplasma*, materia viviente intracelular muy semejante á la albúmina del huevo, forma parte integrante de las células animales y vegetales.

VI. Los vegetales se distinguen igualmente de los animales por tres caracteres principales : 1° la ausencia de sensibilidad aparente ó de movimientos voluntarios; 2° el modo en que se verifica la nutrición y la presencia de la *clorofila* en sus partes verdes, sobre todo en las hojas; 3° la presencia de la *celulosa* ($C^6H^{10}O^5$) constituyendo la envoltura resistente de las células vegetales.

ZOOLOGÍA

CAPÍTULO PRIMERO

CÉLULAS Y TEJIDOS

Del reino animal. — Órganos y aparatos: clasificacion de las diversas funciones. — Definicion de las ciencias naturales: Anatomía, Histologia y Fisiologia. — Células y Fibras. — Vida celular: multiplicacion de células. — Elementos anatomicos libres ó agregados en los tejidos. — Principales tejidos. — Composicion química del protoplasma.

Del reino animal.

6. **Zoologia.** — Con el nombre de *Zoología* desígnase la parte de la Historia natural dedicada al estudio del reino animal. El reino animal comprende todos los seres que gozan *de la facultad de nutrirse, de reproducirse, de sentir y de moverse voluntariamente.*

Órganos y aparatos; clasificación de las funciones.

7. **Órganos y aparatos.** — En los animales como en los vegetales la vida se compone de determinado número de actos que los fisiólogos han denominado *funciones*. Estas funciones son el resultado de la actividad de los diversos instrumentos ú *órganos* cuyo conjunto constituye el cuerpo del ser viviente. Cuando diversos órganos concurren á producir una misma función, se da á este conjunto de órganos el nombre de *aparato*; así se dice *aparato de la locomoción* para designar la reunión de los órganos que sirven al animal para transportarse de un lugar á otro; *aparato de la digestión, de la circulación*, etc., para indicar los órganos que concurren á la digestión de los alimentos, á la circulación de la sangre.

8. **Clasificación de las funciones.** — La clasificación de los diversos órganos que componen un animal, está subor-

dinada á la clasificación de las funciones que tales órganos ejecutan. Pues, por muy numerosas y variadas que sean estas funciones, siempre se refieren á dos grandes clases : 1º *á funciones de la vida vegetativa*; 2º *á funciones de la vida animal.*

1º *Funciones de la vida vegetativa.* — Estas funciones son así llamadas porque son comunes á las plantas y á los animales. Tienen por principal objeto la conservación del individuo : tales son las *funciones de nutrición.*

2º *Funciones de la vida animal.* — Estas funciones pertenecen exclusivamente á los animales. Constituyen dos grandes divisiones : 1º las que tienen por fin poner al animal en relación con el mundo exterior, ó sean *funciones de relación* : 2º las que tienen por objeto las manifestaciones de la inteligencia y del instinto.

Ciencias naturales.

9. Anatomía. Histología y Fisiología. — Antes de pasar más adelante en la descripción de los seres vivientes, es preciso dar una definición concreta de estas tres ciencias, *Anatomía, Histología* y *Fisiología*, que entre sí se reparten este estudio.

La *Anatomía* es simplemente descriptiva. Da á conocer la conformación, estructura y disposición relativa de los órganos en los cuerpos de los seres vivientes.

La *Histología* profundiza, por medio del microscopio, en la estructura íntima de los tejidos. Escudriña su organización celular, más ó menos modificada, las glándulas que encierran, y las redes vasculares y nerviosas. Igual que la *Bacteriología*, que trata de las bacterias patógenas ó no patógenas, la *Histología* es la ciencia de lo infinitamente pequeño.

La *Fisiología*, pura ciencia experimental, observa el funcionamiento de los órganos. Mas, para ver cómo obra un órgano, es fuerza sujetarle á la dolorosa necesidad de ponerle al desnudo en un animal viviente, de antemano anestesiado por el cloroformo, abriéndole la cavidad torácica, abdominal, raquídea, ó craneana que le encierra. Esta operación se llama *vivisección*, cruel modo

de investigación que la superior necesidad de la ciencia puede únicamente justificar.

Células y Fibras

10. Estructura íntima del cuerpo de los animales. Elementos anatómicos. — Las diversas partes del cuerpo de un animal, por diferentes que parezcan á primera vista (huesos, carne muscular, ligamentos, membranas, etc.) están constituídas siempre por la yuxtaposición de partículas extremadamente pequeñas, visibles sólo con el microscopio y llamadas *elementos anatómicos*. Ya presentan éstos dimensiones sensiblemente iguales en todos sentidos, y se les da entonces el nombre de *células*; ya su longitud excede en mucho á su anchura y espesor, y en este caso se les llama *fibras*. Así se dice las *células óseas*, *nerviosas*, *epidérmicas*, *fibras musculares*, *tendinosas*, *elásticas*, etc.

11. Células. — Ciertas células animales se reducen en un principio á un glóbulo de protoplasma. Este se rodea después de una envoltura distinta, excesivamente tenue; al mismo tiempo aparece dentro de su masa semifluida un cuerpecito sólido, simple ó múltiple, el *núcleo*, que á su vez contiene uno ó muchos corpúsculos, *nucleolos*. La célula alcanza entonces su estado perfecto y se compone, como se ve (*fig.* 3). 1º de una envoltura ó *membrana* de extraordinaria delgadez; 2º de un contenido difluyente y granuloso, el *protoplasma*; 3º de un *núcleo* central.

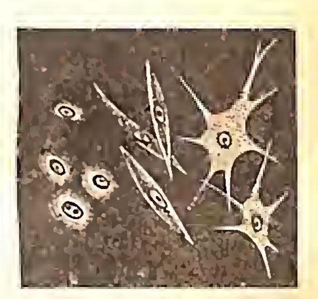


Fig. 3. — *Células.*
Células redondeadas. — Células fusiformes. — Células estrelladas.

Las células son completamente invisibles á simple vista; sus dimensiones se miden por milésimas ó centésimas de milímetro; el microscopio es el único que, aun de manera muy imperfecta, nos permite distinguirlas. Su primitiva forma es ovoidal ó lenticular; pero con el tiempo se va modificando según la naturaleza de los tejidos que de

ellas se derivan. Así, células hay que se prolongan y terminan en fusiformes; otras, mutuamente compriméndose, se hacen poliédricas; otras se aplanan en forma de discos, laminitas, estrellas, etc.

12. Fibras. — Las *fibras* están formadas por filamentos extraordinariamente delgados, invisibles á simple vista (su diámetro ó espesor se mide también por centésimas y milésimas de milímetro), pero de longitud considerable á veces, en ocasiones hasta de muchos decímetros. Tal se observa, por ejemplo, en los músculos, en los cuales las fibras que los forman, se extienden de un extremo á otro de su masa (*fig.* 4) y en los nervios también, cuyos filamentos continúan sin interrupción desde su origen central, el cerebro ó la medula espinal, hasta su término.



Fig. 4. — *Músculo sobre el cual se ve á las fibras dirigirse de un lado á otro de sus extremidades.*

1. Músculo.
2. Tendón.

Las fibras todas proceden de células soldadas entre sí y modificadas en su forma, volumen, consistencia, etc. La célula es, pues, el *órgano primitivo y fundamental de todo ser viviente.*

Vida celular. — Multiplicación de las células.

13. Vida celular. — Los elementos anatómicos, la célula y sus derivados, tienen cada cual su vida propia y, por decirlo así, individual; nacen, crecen, se multiplican y mueren, de la misma manera que el ser total constituido por su conjunto. Basta, para convencerse de esta verdad, examinar lo que pasa en la epidermis, membrana formada de células yuxtapuestas, que nacen en la superficie de la dermis. Las de la capa profunda, esto es, las que acaban de nacer, son blandas, redondeadas y están provistas de un núcleo; presentan, en suma, con toda la distinción ó propiedad posible, el tipo de una célula completa. Pero poco á poco, á medida

que envejecen y que otras células de formación más reciente las empujan hacia fuera, las vemos aplanarse, al principio, perder su núcleo, luego su contenido líquido, reduciéndose al fin, cuando llegan á la superficie de la piel, á meras escamitas secas, que se desprenden á cada instante por el rozamiento del aire y de los vestidos, las lociones, etc.

Lo mismo ocurre en la superficie de las membranas mucosas que tapizan nuestros órganos interiores (boca, fosas nasales, laringe, bronquios, tubo intestinal, etc.) En ellas también las células de la superficie, llamadas *epiteliales*, aunque no llegan á secarse ni pierden su núcleo, son, con todo, rechazadas continuamente hacia fuera, mientras que otras células más recientes que nacen en las capas profundas, avanzan á su vez hacia la superficie, y así sucesivamente.

Este movimiento incesante de desgaste y reparación no es el único que caracteriza la vida celular. Otros fenómenos vitales se producen además en las células: asimilan, transforman, desasimilan diferentes sustancias; en ellas y por ellas se opera la nutrición. Algunas, quizá todas en su principio, son contráctiles, y de sus movimientos parciales resultan luego los movimientos totales de los diversos órganos del animal entero.

14. Multiplicación de las células. — Toda célula proced



Fig. 5. — *Multiplicación de las células por segmentación ó por gemación*

de otra célula que le ha dado origen. Toda nueva célula proviene de la segmentación en dos partes de la célula madre.

Es fácil en muchos casos observar y sorprender la multi-

plicación de células adultas en el porta-objeto del miscroscopio. Esta multiplicación se realiza, ya por *gemación*, ya por *escisión* ó *segmentación*. En el primer caso la célula presenta en su superficie una pequeña protuberancia, que más tarde se desprende de ella formando otra célula completa; en el caso segundo, que es mucho más común en los animales (*fig.* 5), la célula se estrangula hacia su parte media, fraccionándose después en dos, en cuatro, y así sucesivamente, convirtiéndose cada fragmento en nueva célula.

Principales tejidos.

15. Elementos anatómicos libres. Elementos anatómicos formando tejidos. — Ciertos elementos anatómicos permanecen libres, aun viviendo en común, pues están separados unos de otros y conservan así su independencia individual: tales son los glóbulos rojos de la sangre, los blancos de la misma, los del quilo, los de la linfa, etc., todos los cuales no son sino células más ó menos modificadas, flotantes por millares de millares en estos diversos líquidos de la economía. Otras células se agrupan y se sueldan entre sí para producir, al transformarse, fibras, tubos, películas, etc. De la yuxtaposición de estos diversos elementos anatómicos, resultan los diferentes tejidos del organismo.

16. Principales tejidos. — Los tejidos principales son seis: 1º el tejido *epitelial* ó *epidérmico*; 2º el tejido *conjuntivo*; 3º el tejido *muscular*; 4º el tejido *óseo*; 5º el tejido *cartilaginoso*; 6º el tejido *nervioso*.

1º *Tejido epitelial ó epidérmico.* — La *piel* que forma la envoltura exterior del cuerpo, las *membranas mucosas* que revisten sus cavidades interiores, tales como el tubo digestivo, los bronquios, los canales excretorios de las glándulas, etc., tienen su superficie libre tapizada de una capa más ó menos espesa de células que en la piel forma la película llamada *epidermis*, y en las mucosas otra película análoga, dicha *epitelio*.

Las células que constituyen el tejido epidérmico ó

epitelial (*fig.* 6), rara vez conservan la forma esférica; por lo común son aplanadas ó poliédricas (*epitelio pavimentoso*); y algunas veces tienen la forma de cilindros (*epitelio cilíndrico*).



Fig. 6. — *Tejido epitelial ó epidérmico.*

aa. Epitelio pavimentoso. — *b.* Epitelio cilíndrico. — *c.* Epitelio vibrátil ó de pestañas vibrátiles.

Las células de la capa profunda de la epidermis se llenan de granulaciones negruzcas (células pigmentarias), las que, según su número y su color más ó menos oscuro, dan á la piel las variaciones de color que presenta en las diferentes razas humanas.

El epitelio de los bronquios y de la tráquea está compuesto de células cilíndricas con filamentos móviles, llamados *pestañas* vibrátiles, á causa de los movimientos ondulatorios de que están animadas.

El tejido epidérmico ó epitelial se destruye incesantemente en su superficie libre y se regenera en sus capas profundas. Las células de la epidermis, según ya dijimos, se secan y desgastan, ó se desprenden á cada paso por el rozamiento, las lociones, la presión de los vestidos, etc. Las células epiteliales conservan su humedad, pero también son arrojadas al exterior, mezcladas con el moco que segregan las mucosas y sirven para mantener estas membranas constantemente húmedas.

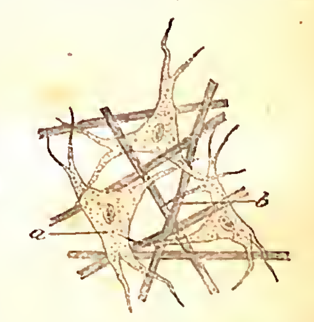


Fig. 7. — *Tejido conjuntivo ó celular*

a. Célula estrellada. — *b* Fibras elásticas

2° *Tejido conjuntivo.* — Es el tejido (*fig.* 7) más común en la organización animal. Lo constituyen células estrelladas y un sinnúmero de fibras, fibrillas, y laminitas entrelazadas y de naturaleza elástica. Unas veces, este conjunto de células, fibras ó láminas de que está compuesto, forma, como bajo la piel, una especie de trama areolada, blanda y esponjosa,

llena de intersticios ó espacios huecos que comunican entre sí y en que se acumulan en más ó menos número células llenas de grasa (*células adiposas*). Por el contrario, en otras ocasiones estos mismos elementos se oprimen mutuamente, se condensan y agrupan en haces longitudinales, sólidos y resistentes (*tejido fibroso de los tendones* (*fig. 4*) *y de las aponeurosis*).



Fig. 8. — *Tejido muscular liso.*

3º *Tejido muscular liso.* — El tejido muscular liso está formado de células oblongas, fusiformes, llamadas más bien fibras-células (*fig. 8*). Ligadas unas con otras, constituyen las membranas ó túnicas musculares del aparato digestivo, de los vasos sanguíneos, etc. Su contracción *es lenta y no sujeta á la voluntad.*

Advertencia. — Como los *tejidos cartilaginosos, óseos, muscular estriado y nerviosos* son propios del aparato locomotor y del sistema nervioso, los describiremos cuando tratemos del esqueleto, de los músculos y del sistema nervioso.

Protoplasma.

17. Composición química del protoplasma. — Los principales elementos constitutivos de la materia viva ó *protoplasma* son el *carbono*, que es el principio fundamental y necesario, el *oxígeno*, el *hidrógeno* y el *ázoe*. A estos elementos fundamentales se unen, en algunos casos, el azufre, el fósforo, el silicio, el cloro, el hierro, el potasio, el sodio y el magnesio.

Estos diversos elementos, combinados entre sí, dan origen á las materias orgánicas que concurren á la formación de los tejidos, tales como las materias *albuminóideas* (albúmina y fibrina), á las cuales se las puede considerar como los verdaderos principios constituyentes del organismo animal; y dan también origen á algunos otros cuerpos, como el azúcar, la urea, las materias grasas, la leche, etc.,

cuerpos que también se forman en el organismo bajo la influencia de la vida.

RESUMEN

I. Puede definirse el *animal* diciendo que es un ser que tiene la facultad de nutrirse, reproducirse, sentir y moverse voluntariamente. El conjunto de seres que reunen estos caracteres forma el *Reino animal*.

II. Las funciones de los animales se dividen en dos órdenes. 1º las *funciones vegetativas*; 2º las *funciones animales*. El primer orden comprende las *funciones de nutrición*, (Digestión, Circulacion, Respiracion, Secreciones); el segundo las *funciones de relación* (Sistema nervioso, Órganos de los sentidos y aparato de la Locomoción).

III. Los *órganos* ó instrumentos por medio de los que se realizan las funciones de los animales, están formados por diversos tejidos elementales. Los principales son : el tejido *epitelial ó epidérmico*, el tejido *conjuntivo*, el tejido *muscular*, el tejido *cartilaginoso*, el tejido *óseo* y el tejido *nervioso*.

IV. Cada uno de estos tejidos se constituye por la reunión de partículas extremadamente pequeñas (*células* y *fibras*) visibles solamente con el microscopio, y llamadas *elementos anatómicos*.

V. La célula, esencialmente formada de un núcleo rodeado de protoplasma protegido generalmente por una envoltura, es el órgano primitivo y fundamental de todo ser viviente, el elemento constitutivo de donde proceden todas las partes del organismo adulto.

VI. Los elementos anatomicos, la célula y sus derivados, tienen cada cual su vida propia é individual (*vida celular*). Nacen, crecen, se multiplican y mueren como el organismo entero constituido por su conjunto, cuya vida no es, por decirlo asi, sino la resultante del trabajo fisiológico ejecutado en común y armónicamente por cada uno de ellos.

VII. Las células se multiplican por *gemación* ó por *escisión* (división dicotómica de su núcleo). No hay generación espontánea de células ni de ningún organismo viviente.

VIII. El *tejido epidérmico ó epitelial* esta compuesto, bien de células poligonas (epitelio pavimentoso de la epidermis), bien de células cilindricas (intestino), ó bien de células cilindricas con pestañas vibrátiles (bronquios y tráquea).

IX. El *tejido conjuntivo* está formado de células estrelladas, dispuestas en las mallas de una red de fibras elásticas. Es, ya

areolado y grasiento (tejido celular subcutáneo), ó ya denso y resistente (tejido fibroso de los tendones y de las aponeurosis).

X. El *tejido muscular liso* se constituye de fibras-células ligadas entre sí de tal manera que forman membranas ó túnicas contráctiles para el intestino, los vasos sanguíneos, etc. Su contracción es lenta y no sujeta á la voluntad.

CAPÍTULO II

ANATOMÍA DEL APARATO DIGESTIVO

Funciones de nutrición. — Digestión. — Aparato digestivo. — Canal ó tubo digestivo. — Órganos anexos al tubo digestivo.

Funciones de nutrición

18. Funciones de nutrición. — Las funciones de nutrición á que Bichat dió el significativo nombre de funciones de la vida *orgánica* ó *vegetativa*, tienen por objeto la conservación del individuo. Comprenden la *digestión*, la *absorción*, la *circulación*, la *respiración*, las *secreciones* y la *nutrición* propiamente dicha.

Digestión. Aparato digestivo.

19. Digestión. — La *digestión* hace sufrir á los alimentos una preparación especial, en cuya virtud los animales extraen de las sustancias alimenticias todas las partes que pueden servir á su nutrición. El sistema de órganos destinados á realizar esta función, recibe el nombre de *aparato digestivo*.

20. Órganos de la digestión ó aparato digestivo — En el hombre y la mayor parte de los animales este aparato se compone esencialmente de una cavidad en forma de *canal ó tubo* alargado con dos aberturas ú orificios, la *boca*, que

es la entrada de los alimentos, y el *ano*, por donde se expelen los residuos impropios para la nutrición. Anexos á este tubo hay varios órganos como las *glándulas salivales*, el *hígado*, el *páncreas*.

Canal digestivo.

21. Canal digestivo. — En el canal digestivo se distinguen diferentes partes : 1º la *boca* ; — 2º la *faringe* ; — 3º el *esófago* ; — 4º el *estómago* ; — 5º el *intestino delgado* ; — 6º el *intestino grueso*.



Fig. 9. — *Sección vertical de la boca y la faringe.*

1. Velo del paladar. — 2. Base del cráneo. — 3. Faringe. — 3' Principio del esófago. — 4. Lengua. — 5. Glándulas salivales. — 6. Hueso hioides. — 7. Laringe. — 8. Cuerpo tiroides. — 9. Traquiarteria.

22. Boca. — La boca (*fig.* 9) es una cavidad ovalada comprendida entre las dos mandíbulas, limitada adelante por los labios, arriba por el paladar ó bóveda palatina, abajo por la lengua, á los lados por los carrillos ó mejillas, y atrás por un velo membranoso llamado velo del paladar. Las dos mandíbulas están situadas una sobre otra : la mandíbula superior está fija al cráneo, mientras que la inferior es articulada, de tal manera que puede ejecutar amplios movimientos. Cada una de estas dos partes óseas de la boca tienen cavidades ó *alvéolos*, en que están implantados los *dientes*.

23. Dientes. — Los *dientes* (*fig.* 10) se dividen en dos partes muy distintas : una,

situada fuera del alvéolo y de la encía, que recibe el nombre de *corona* ó *cuerpo* del diente; otra, que está dentro de aquél y se llama *raíz*. Entre ésta y la corona

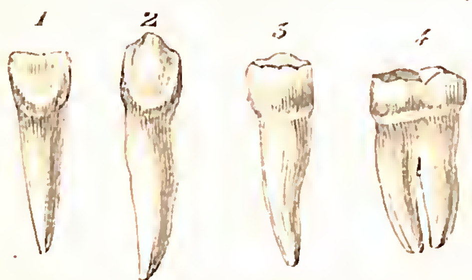


Fig. 10. — *Sistema dentario del hombre.*
1. Incisivo. — 2. Canino. — 3. Pequeño molar. — 4. Grandes molares.

hay una leve estrangulación que corresponde al borde libre de la encía y se dice *cuello*. Se distinguen en los dientes tres especies: *incisivos*, *caninos* y *molares*.

Los *incisivos*, que ocupan la parte media de las mandíbulas, tienen un solo raigón ó raíz, y terminan en un borde delgado y cortante, á propósito para cortar los alimentos.

Los *caninos*, ó colmillos, están á ambos lados de los incisivos, con una corona generalmente larga y puntiaguda, sobre todo en los animales carnívoros; la raíz es simple, pero penetra á mayor profundidad en el espesor de las mandíbulas.

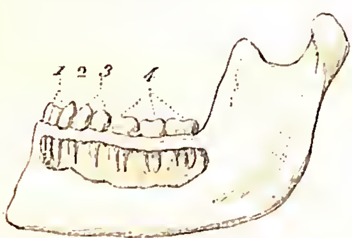


Fig. 11. — *Mandíbula inferior del hombre.*
1. Dientes incisivos. — 2. Diente canino. — 3. Pequeños molares. — 4. Grandes molares.

Los *molares* ó *muelas* están á los lados de la boca; su corona es de ordinario ancha, gruesa y desigual, á propósito para triturar los alimentos. Sus raíces son múltiples. Divídense en *premolares* ó *pequeñas muelas*, situadas junto á los caninos, cuyas dos raíces están comúnmente unidas en un solo raigón, y en *grandes molares*, que generalmente tienen tres raíces.

El número de dientes en el hombre adulto es de *treinta y dos*, dieciséis en cada mandíbula (*fig.* 11), á saber : cuatro incisivos, dos caninos, cuatro molares pequeños y seis grandes.

Estructura de los dientes. — El diente no es un hueso, sino una producción epitelial análoga á la de los cabellos y las uñas; por lo tanto su estructura difiere sumamente de la estructura del hueso propiamente dicho.

En la escisión ó corte longitudinal del diente (*fig.* 12) se nota : 1º en el interior, una cavidad que contiene cierta materia blanda, la *pulpa dentaria* (p); — 2º el *marfil* (i), sustancia dura que envuelve á la pulpa y constituye la masa del diente; — 3º el *esmalte* (e), revestimiento duro y resistente que recubre la corona y termina adelgazándose en el cuello; — 4º el *cemento* (c), delgada capa ósea que cubre el marfil de las raíces.

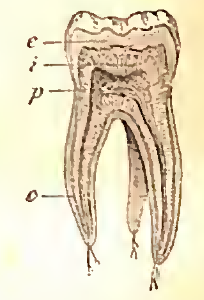


Fig. 12. — *Corte longitudinal de un diente.*

p. Pulpa dentaria. — i. Marfil. — e. Esmalte. — c. Cemento.

La pulpa dentaria está casi enteramente formada por vasos sanguíneos, y, sobre todo, por finas ramificaciones nerviosas que penetran por canalillos que profundizan en las raíces, y le dan suma sensibilidad. Es la que produce los rabiosos dolores de dientes ó muelas cuando, puesta al descubierto por la caries, se inflama.

Dentición. — En el hombre y en la mayor parte de los animales mamíferos se verifican dos evoluciones dentarias sucesivas : la *primera* y la *segunda dentición.*

La *primera dentición* empieza del quinto al sexto mes, y termina hacia los dos años. Consta de *veinte* dientes, diez en cada mandíbula : cuatro incisivos, dos caninos y cuatro premolares ó muelas pequeñas.

Los dos incisivos medianos inferiores aparecen los primeros, á eso de los cuatro ó cinco meses de edad; después, los dos correspondientes incisivos superiores. Vienen en seguida los incisivos laterales, los caninos y, finalmente, los segundos premolares hacia los veinte meses. Siempre, la salida de un diente en la mandíbula inferior precede á la

aparición de su correspondiente en la mandíbula superior.

A los seis ó siete años, cuando comienza la segunda dentición, tiene el niño veinticuatro dientes, pues los cuatro primeros grandes molares, *dientes definitivos*, se han desarrollado ya.

Los dientes de la primera dentición se caen sucesivamente, según el orden en que aparecieron. Arrojados fuera, son reemplazados por dientes similares, pero más fuertes y definitivos, que en la edad primitiva estaban ocultos dentro de las mandíbulas en el fondo de los alvéolos (*fig.* 13).

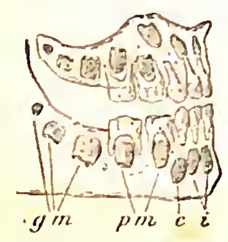


Fig. 13. — *Primera y segunda dentición.*
i. Incisivos. — *c.* Caninos. — *pm.* Premolares. — *gm* Grandes molares.

Á la edad de doce á trece años, cuando los cuatro segundos grandes molares han salido, el número de dientes es de veintiocho.

Finalmente, los cuatro últimos grandes molares, llamados *muelas del juicio*, no aparecen de ordinario hasta los diez y ocho años y, á veces, mucho más tarde. Así, pues, un hombre adulto, de veinte años, tiene por lo general treinta y dos dientes.

Adaptación de la dentadura al género de alimentos. — El sistema dentario varía mucho en los diversos animales, según la naturaleza de alimentos de que se sustentan.

Por regla general, los caninos ó *colmillos*, los molares con tubérculos puntiagudos son los que especialmente se desarrollan en los Carnívoros; los molares de corona plana, en los Herbívoros, y los incisivos en los Roedores (véase el capítulo XVI).

Fórmulas dentarias. — Teniendo cada especie animal igual número de dientes y dispuestos del mismo modo, resulta de aquí que la dentición es un medio excelente para caracterizarla, lo que se consigue valiéndose de la *fórmula dentaria.*

La fórmula dentaria se obtiene poniendo en el numerador de una fracción el número de dientes de la mandíbula superior, y en el denominador el número de dientes de la mandíbula inferior, formando así tantas fracciones cuantas sean las variedades de dientes.

Por tanto, la fórmula dentaria del hombre adulto es la siguiente, y téngase en cuenta que las letras de ella son las iniciales de los nombres de los dientes :

$$\frac{4}{4} i + \frac{2}{2} c. + \frac{4}{4} p. m. + \frac{6}{6} g. m.$$

La fórmula dentaria del niño hasta la edad de seis ó siete años es :

$$\frac{4}{4} i. + \frac{2}{2} c. + \frac{4}{4} p. m.$$

La mayor parte de los autores no comprenden en las fórmulas más que el número de dientes de la mitad de ambas mandíbulas; y en tal caso las fórmulas precedentes se convierten en estas otras :

$$\frac{2}{2} i. + \frac{1}{1} c. + \frac{2}{2} p. m. + \frac{3}{3} g. m.$$

y

$$\frac{2}{2} i. + \frac{1}{1} c. + \frac{2}{2} p. m.$$

24. Faringe. — Esta segunda parte del tubo digestivo (*fig.* 9) forma la continuación de la boca, de la que está separada por el velo del paladar. Es una especie de canal músculo-membranoso é infundibuliforme, que se extiende desde la base del cráneo hasta el medio del cuello, de donde continúa en unión del esófago. Comunica la faringe por arriba y adelante con las fosas nasales, y más abajo con la laringe. Consta de una capa fibroso-muscular, cuyas fibras se entrecruzan en diversos sentidos, y una membrana mucosa que la tapiza interiormente. La faringe es el órgano activo de la deglución.

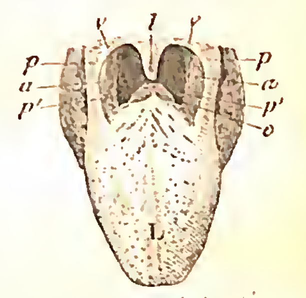


Fig. 11. — *Istmo de las fauces.* *L.* Lengua. — *p* y *p'*. Pilares anterior y posterior del velo del paladar. — *a*. Amigdala. — *v*. Velo del paladar. — *l*. lengüeta ó *campanilla*. — *e*. Epiglotis.

La parte más estrecha que pone en comunicación á la boca con la faringe, es conocida con el nombre de *istmo de las fauces* (*fig.* 14). Este orificio, formado por el velo del

paladar y la base de la lengua, comprende : en la parte superior, un pequeño apéndice mediano, carnoso, á modo de lengüeta pendiente del velo del paladar y llamada *campanilla ó úvula*; á ambos lados hay dos prolongaciones membranosas que parten de la campanilla y á las que se denomina *pilares anterior* y *posterior* del velo del paladar, entre los que está situada una glándula especial del tamaño de una almendra, ó sea la *amígdala*; en la parte inferior está la base de la lengua. La simple observación de la garganta nos permitirá darnos cuenta exacta de esta conformación anatómica.



Fig. 15 — *Aparato digestivo del hombre.*
1. Traquiarteria. — 2. Esófago — 3. Estómago. — 4. Duodeno. — 5 Hígado — 6. Vesícula biliaria ó vejiga de la hiel. — 7. Páncreas. — 8-8. Intestino delgado. — 9 Ciego — 9'. Apéndice cecal. — 10, 11, 12. Intestino grueso

25. Esófago. — Es éste (*fig.* 15) un conducto cilíndrico que media entre la faringe, cuya continuación forma, y el estómago en el que desemboca por un orificio llamado *cardias*. Baja á lo largo del cuello, por detrás de la traquearteria, entra en el pecho pasando tras el corazón y los pulmones, y viene á dar en el estómago después de haber atravesado el diafragma, haciendo todo su trayecto por delante de la columna vertebral. Este conducto, que tiene de largo 22 á 25 centímetros, se compone de tres capas concéntricas llamadas *túnicas*: una *túnica fibrosa*, una *túnica musculosa* y una *túnica mucosa*.

La primera se compone de fibras longitudinales y de fibras transversales ó anulares. La mucosa es blanda, blanquecina, surcada en toda su extensión por pliegues longitudinales que desaparecen mientras pasa la masa alimenticia. Entre esta capa y la membrana musculosa media una lámina muy resistente de tejido conjuntivo que las une entre sí.

26. **Estómago.** — El estómago (*fig.* 15), órgano preparatorio de la digestión, es una bolsa membranosa colocada transversalmente bajo el diafragma en la parte superior del abdomen, en relación por un extremo con el esófago mediante el cardias, y por otro con la primera porción del intestino delgado merced á otra abertura llamada *píloro*. El estómago del hombre, que está encorvado sobre sí mismo y viene á tener la forma de una gaita gallega, presenta su borde superior cóncavo y muy corto. El inferior, llamado *gran curvatura del estómago*, es, al contrario, convexo y muy largo; forma á la izquierda una considerable eminencia, *la gran tuberosidad del estómago*, y á la derecha la llamada *pequeña tuberosidad*. El orificio cardiaco ó esofágico está situado á la izquierda en la gran tuberosidad, y el píloro ú orificio intestinal á la derecha en la pequeña tuberosidad. El orificio del píloro tiene un repliegue de la túnica muscular, que es lo que se llama *válvula pilórica*.

Está formado el estómago por tres membranas ó túnicas sobrepuestas, serosa la primera, muscular la segunda y mucosa la tercera. La serosa pertenece al peritoneo, de que hablaremos más adelante. La túnica musculosa está formada de fibras musculares lisas, blanquecinas, siendo unas longitudinales y otras oblicuas y circulares. La membrana mucosa es la que constituye la faz interna del estómago; es blanda, gruesa, de un blanco rojizo, y sembrada de pequeñas cavidades secretorias llamadas *glándulas* ó *folículos gástricos* que segregan cerca del píloro el moco estomacal y, en la gran tuberosidad, el líquido denominado *jugo gástrico*.

27. **Intestino delgado.** — Constituye la porción más larga del tubo digestivo. Su forma es de un tubo bastante estrecho que se extiende del estómago al intestino grueso, replegándose muchas veces sobre sí mismo. Su longitud en

el hombre es cinco ó seis veces mayor, próximamente, que la de todo el cuerpo. Es algo más corto en los animales carnívoros, y mucho más largo en los herbívoros, llegando á ser en ocasiones veintiocho veces más largo que el animal entero.

El intestino delgado ha sido dividido por los anatómicos en tres partes : *duodeno*, *yeyuno* é *ileon*; pero esta división es completamente arbitraria y carece de importancia en fisiología. La primera porción ó duodeno, que tiene forma de asa y es así llamado por ser de doce dedos de largo, se distingue por recibir en sí los conductos excretorios de dos importantes glándulas : el hígado y el páncreas.

Tres membranas ó túnicas forman el intestino delgado, y son, de fuera adentro : la membrana serosa, la túnica muscular y la membrana mucosa. La serosa es una dependencia del peritoneo; acomodándose sobre sí misma, forma una hoja doble llamada *mesenterio*, que sostiene las circunvoluciones del intestino delgado en su lugar respectivo. La túnica muscular está tejida de fibras longitudinales y de fibras transversales ó circulares. La membrana mucosa, unida á ella mediante una capa de tejido conjuntivo, tapiza el interior del intestino delgado. Es blanquecina, bastante gruesa y ofrece pliegues transversales que se llaman *válvulas conniventes*, multitud de folículos glandulares que segregan los jugos intestinales, y *vellosidades* (*fig.* 16) que le dan un aspecto aterciopelado y son apéndices filiformes muy pequeños, delgados, salientes y muy flexibles, destinados á la absorción intestinal.

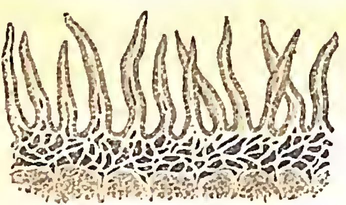


Fig. 16. — *Vellosidades de la mucosa intestinal.*

28. **Intestino grueso; peritoneo.** — Es la continuación del delgado y recibe, para expelerlos, los residuos de la digestión, esto es, la parte de los alimentos que no ha podido ser absorbida. Divídese en tres regiones, cuyos nombres son : ***ciego***, ***colon*** y ***recto***. El ***ciego*** (C.) (*fig.* 17) que está á la derecha cerca del hueso de la cadera y forma una prolongación cerrada, una especie de bolsa debajo del punto

de inserción del intestino delgado, el cual se introduce en el intestino grueso formando un repliegue circular, llamado *válvula ileo-cecal* (V.). Esta válvula permite la salida de las materias fecales del intestino delgado al grueso, impidiéndolas retroceder.

El ciego lleva en su inferior extremidad un pequeño apéndice, denominado *apéndice vermiforme* ó *cecal* (A.) cuya inflamación, aguda ó crónica, es causa de la temida y frecuente enfermedad llamada *Apendicitis*.



Fig. 17. — *Ciego y apéndice.*

Co. Colon. — I. Intestino delgado. — V. Válvula ileo-cecal. — C. Ciego. — A. Apéndice.

El *colon* es un tubo voluminoso, sinuoso, continuación del ciego; sube por la derecha hacia el hígado (*colon ascendente*), atraviesa el abdomen por debajo del estómago (*colon transversal*) y vuelve á bajar por la izquierda hacia la pelvis (*colon descendente*) y cuya continuación es el *recto*, que es el término de las vias digestivas.

El intestino grueso se compone, como el delgado, de una membrana serosa, una túnica muscular y una membrana mucosa.

Todas las partes del tubo digestivo, desde el estómago inclusive hasta el recto, están tapizadas exteriormente por una gran membrana serosa, llamada *peritoneo*, que recubre igualmente la cara interna de las paredes abdominales, y forma numerosos pliegues destinados á unir entre sí y mantener fijos en sus posiciones los diferentes órganos que contiene el abdomen.

Órganos anexos al tubo digestivo.

29. **Organos anexos al tubo digestivo.** — Independientemente del tubo, cuyas diversas regiones quedan descritas, comprende todavia el aparato digestivo otros órganos cuyo objeto es segregar los liquidos necesarios para el trabajo digestivo. Son éstos : 1º las *glándulas salivales*; 2º el *hígado*; 3º el *páncreas*.

1º *Glándulas salivales.* — Están compuestas de pequeñas granulaciones que se aglomeran y reunen formando lóbulos

irregulares parecidos à racimos de uvas (*fig.* 18); son de color agrisado y su tejido es firme y resistente. Hay en el hombre seis glàndulas de éstas, y están colocadas simétricamente à cada lado de la boca.

Las dos *glàndulas parótidas* (P) (*fig.* 19) están situadas delante de la oreja y detrás del brazo montante del maxilar



Fig. 18. — *Fragmento de parótida ó glàndula salival.*

1-1. Fóliculos que forma el cuerpo de la glàndula. — 2. Canal excretorio.

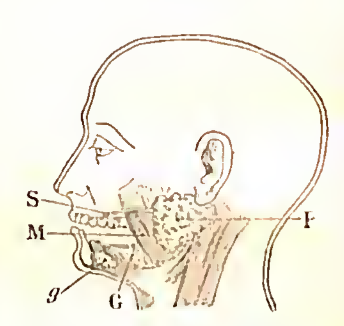


Fig. 19. — *Glàndulas salivales.*

P. Glàndula parótida. — S. Canal de Stenon. — M. Musculo masetero. — G. Glàndula submaxilar. — *g*. Glàndula sublingual.

inferior. Vierten la saliva, clara y acuosa, en la boca por los *canales de Stenon* (S), que se abren à cada lado, en la cara interna de las mejillas, al nivel del segundo gran molar superior.

Las dos *glàndulas submaxilares* (G), colocadas à derecha é izquierda en la parte posterior y en el ángulo de la mandíbula inferior, derraman su saliva, más espesa que la de las parótidas, por los canales de *Wharton*, cuyos dos orificios se ven debajo de la lengua al lado del frenillo.

Las *glàndulas sublinguales* (*g*), situadas debajo de la parte anterior de la lengua, delante de las glàndulas submaxilares tras la parte saliente de la barba, segregan su saliva, espesa y muy viscosa, por los cuatro conductos llamados de *Rivinus*, cuyos orificios están colocados afuera y próximos à los canales Wharton.

Por último, gran número de pequeñas *glàndulas bucales* distribuídas sobre la mucosa de la boca segregan saliva.

2º *Hígado.* — Este órgano (*fig.* 15 y 20) que segrega la

bilis y ocupa la parte derecha y superior del abdomen, es la glándula más voluminosa de todo el cuerpo. Es impar, asimétrico, de forma irregular y presenta su cara superior convexa, y cóncava la inferior, dividido en cuatro lóbulos por tres surcos en forma de H. Su tejido, que es denso, frágil y de color pardo-rojizo, parece formado de infinidad

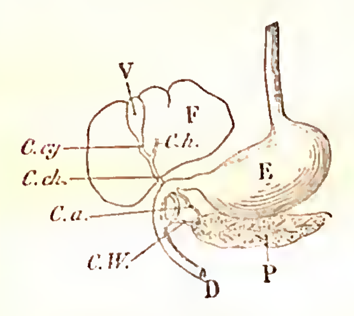


Fig. 20. — *Hígado y Páncreas.*

E. Estómago. — F. Hígado. — V. Vejiga de la bilis. — *C. h.* Canal hepático. — *C. cy.* Canal cístico. — *C. ch.* Canal colédoco. — P. Páncreas. — *C. W.* Canal excretorio de Virsung. — *C. a.* Canal accesorio. — D. Duodeno.

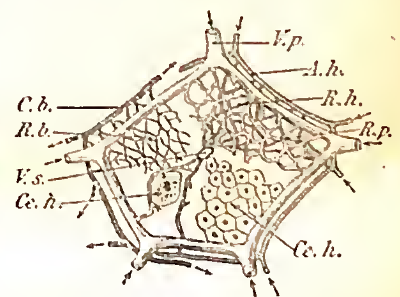


Fig 21. *Lóbulo hepático, aumentado.*

V. p. Vena porta perilobular. — *R. p.* Redecilla intralobular de la vena porta. — *A. h.* Arteria hepática perilobular. — *R. h.* Redecilla intralobular de la arteria hepática. — *C. b.* Canal biliario perilobular. — *R. b.* Redecilla intralobular de pequeños canales biliarios. — *V. s.* Vena sushepatica en el centro del lóbulo. — *Ce. h.* Células hepáticas. (Las flechas indican la dirección del curso de la sangre y de la bilis.)

de granos sólidos del tamaño de los de mijo, llamados *lóbulos hepáticos.*

Estos lóbulos (*fig.* 21), envueltos en una capa celulosa, constituidos por las *células hepáticas* que segregan la bilis, están rodeados por una redecilla vascular formada de ramificaciones terminales de la arteria hepática (A. h.) y de la vena porta (V. p.) como igualmente de las raicecillas de los conductos biliarios. La arteria hepática y la vena porta dan cada cual origen á una redecilla capilar (*R. h.* y *R. p.*), que penetra en el interior del lóbulo, domina su centro y desemboca en una venita central (V. s.), de donde nacen las venas sushepáticas. Las raicecillas intralobulares (R. b.) forman un fino tejido al rededor de cada célula hepática, se fusionan en un canal biliario perilobulario (C. b.), y estos

canales se reunen en conductos cada vez más voluminosos para llegar á formar el *canal hepático* (C. h) (*fig.* 20), el cual, saliendo por la cara inferior de este órgano, comunica, primeramente, por el *canal cístico* (C. cy) con una bolsita membranosa (*vejiga de la hiel*, V), que sirve de depósito á la bilis, y va á desembocar en seguida, con la denominación de *canal colédoco* (C. ch.), en la primera parte del intestino delgado.

Las células hepáticas, aparte de la secreción biliaria, tienen además la función de producir el *glicógeno* (véase el cap. VI) y de regular así la proporción de la glucosa en la sangre.

3º El *páncreas* (P. *fig.* 20) es una glándula situada en lo profundo del abdomen, la cual se extiende transversalmente entre el estómago y la columna vertebral en el asa que forma el duodeno. Su tejido blanquecino, semejante al de las glándulas salivales, dan origen á un conducto excretorio que nace en el duodeno en el mismo punto que el del hígado, pero por un canal distinto (*canal pancreático de Wirsung*) (C. W). El páncreas segrega el *jugo pancreático*, el cual ejerce una acción importantísima en los productos de la digestión.

RESUMEN

I. La *digestión* es una funcion que tiene por objeto hacer sufrir á los alimentos una elaboracion particular, merced á la cual el animal extrae de la substancia de aquellos todas las partes que pueden servir para nutrirlo. Esta función se ejecuta por medio de un sistema de órganos llamado *aparato digestivo*.

II. El *aparato digestivo* se compone de una cavidad apellidada *tubo* ó *canal digestivo*, y de órganos anexos destinados á segregar líquidos necesarios para la digestion.

III. Se distinguen en el canal digestivo diversas partes cuyas funciones difieren entre si. Son éstas : la *boca*, la *faringe*, el *esófago*, el *estómago*, el *intestino delgado* y el *intestino grueso*.

IV. Los órganos anexos son : las *glándulas salivales*, el *hígado* y el *páncreas*.

V. En el diente hay que distinguir : la *corona*, el *cuello* y la

raíz. Los dientes se dividen, según su forma, en *incisivos*, *caninos*, *pequeños molares* y *grandes molares*. Constituyen su estructura la *pulpa*, el *marfil*, el *esmalte* y el *cemento*.

VI. La *faringe* comunica: abajo, con el esófago y la laringe; arriba, con la boca y las fosas nasales.

VII. El *esófago* une la faringe con el estómago.

VIII. El *estómago* es una vasta bolsa subdiafragmática que tiene la forma de una gaita gallega; está situada en la parte alta y derecha del abdomen; se comunica, por el *cardias*, con el esófago, y, por el *píloro*, con el intestino delgado. Grandes glándulas de moco y de jugo gástrico tapizan su mucosa.

IX. El *intestino delgado* es un largo tubo dividido en *duodeno*, *yeyuno* é *ileon*. En el duodeno se derraman en el mismo punto, pero por dos canales diferentes, la *bilis*, que va por el *canal colédoco*, y el *jugo pancreático*, que va por el *canal pancreático*. Las glándulas de la mucosa intestinal suministran el *jugo intestinal*, y las *vellosidades* filiformes absorben el quilo, producto asimilable de la digestión.

X. El *intestino grueso* comienza, en la fosa iliaca derecha, por el *ciego* y su *apéndice* vermicular, continúa por el *colon ascendente*, por el *central* y *descendente*, y termina por el *recto*.

XI. Las glándulas salivales, las cuales segregan la saliva, son seis: las *parótidas*; las *submaxilares* y las *sublinguales*.

XII. El *hígado*, glándula grande, de color rojo oscuro, está situado en lo alto del lado derecho; segrega la *bilis* y fabrica el *glicógeno* por medio de los lóbulos hepáticos.

XIII. El *páncreas*, tendido transversalmente en el asa del duodeno, es una glándula arracimada que segrega el *jugo pancreático*.

CAPÍTULO III

FISIOLOGÍA DE LA DIGESTIÓN

División de los alimentos. — Bebidas: peligros del alcoholismo. — Fenómenos mecánicos y químicos de la digestion. — Masticación y deglucion: movimientos intestinales. — Transformación de los alimentos. — Saliva, jugo gastrico, bilis, jugo pancreático. — Absorción de los elementos nutritivos elaborados por la digestion.

División de los alimentos — Bebidas. — Peligros del alcoholismo.

30. División de los alimentos. — Llámase *alimento* toda substancia que, introducida en el aparato digestivo, tiene por objeto formar y reparar el organismo.

Los alimentos se dividen, según su composición química, en cuatro clases: 1º *alimentos minerales*; — 2º *alimentos hidrocarbonados*; — 3º *alimentos grasos*; — 4º *alimentos albuminóideos ó azoados*.

1º *Alimentos minerales.* — El *agua* H^2O es el primero de los alimentos minerales. Es indispensable para la conservación de la vida por dar fluidez á la sangre. Cuando es completamente pura, constituye por si sola la más sana y más higiénica de las bebidas.

El *hierro*, que forma parte integrante de los glóbulos rojos; los *fosfatos* y *carbonatos* de calcio, que sirven para la formación de los huesos; la *sal marina* ó *cloruro de sodio*, que se halla en casi todos los líquidos orgánicos, son alimentos minerales.

2º *Alimentos hidrocarbonados.* — Estos alimentos comprenden los *feculentos* y *azúcares*. Están formados de carbono unido al hidrógeno y al oxigeno combinados en la proporción requerida para formar agua; ejemplos: almidón ó fécula $[C^6(H^2O)^5]^n$; la sacarosa $C^{12}(H^2O)^{11}$; la glucosa $C^6(H^2O)^6$.

Los feculentos, muy alimenticios, como el almidón de

las harinas, las patatas, las habichuelas ó judías, las lentejas, etc., se transforman en glucosa en el organismo, y son absorbidos y asimilados bajo esta forma. Lo mismo puede decirse de la sacarosa, azúcar de caña ó de remolacha, y de la levulosa, azúcar de las frutas.

3º *Alimentos grasos.* — Son éstos los *aceites*, la *manteca* y las *grasas*. Estos alimentos parecen destinados preferentemente, como la glucosa, más bien á conservar el calor en el animal por su combustión en el organismo, que á reparar las pérdidas materiales de los tejidos; y aun se les llama también *alimentos respiratorios*. Aunque compuestos, como los cuerpos hidrocarbonados, de carbono, oxígeno é hidrógeno, se diferencian por las proporciones de sus dos últimos elementos, los cuales no son precisos para hacer el agua.

4º *Alimentos albuminóideos ó azoados.* — Estos alimentos, especialmente *plásticos* y reparadores de los tejidos, compuestos cuaternarios de carbono, oxígeno, hidrógeno y ázoe, son, en el reino animal, la *albúmina*, principalmente la albumina de huevo, que es la típica; la *caseína*, que se halla en el queso; la *miosina* principio nutritivo de la carne de vaca, etc., que constituye la parte principal de los músculos, la *fibrina* de la sangre; la *oseina* y la *gelatina*, que se extraen de los huesos y cartílagos. En el reino vegetal, la substancia azoada ó albuminóidea más abundante es el *gluten*, que se encuentra en gran cantidad en las harinas.

El uso simultáneo de alimentos minerales, plásticos y respiratorios es necesario para la existencia; sólo uno de tales alimentos no sería suficiente para hacernos vivir. Se dice que un alimento es *completo*, cuando contiene los principios necesarios para reparar los tejidos y desarrollar el calor; entonces basta por sí solo para el sostenimiento de la la vida. La leche y los huevos son tipos de alimentos completos.

31. Bebidas. — Las bebidas se dividen en cuatro grupos: 1º *bebidas aromáticas*; 2º *bebidas fermentadas*; 3º *bebidas destiladas*; 4º *bebidas alcohólicas con mezcla de esencias.*

1º Las *bebidas aromáticas*, como las infusiones de té, café, mate y de algunas otras plantas, son estimulantes del sistema nervioso.

2º Las *bebidas fermentadas* (sidra, cerveza, vino) se usan ordinariamente á la hora de comer. Su uso inmoderado es siempre nocivo á la salud, especialmente cuando se toman á deshora, fuera de las comidas. Cuando se bebe en cantidad moderada, no tienen ordinariamente inconveniente para el adulto, pero hacen daño siempre á los niños.

3º Las *bebidas destiladas*, cuyo tipo es el aguardiente, son siempre nocivas á la salud. Su uso continuo y regular, aun en dosis pequeñas, puede provocar lesiones en los centros nerviosos, que se caracterizan por la pérdida más ó menos completa de la memoria, por ciertos movimientos bruscos ó desordenados, y sobre todo por el temblor del cuerpo.

4º Las *bebidas alcohólicas mezcladas con esencias*, llamadas por lo general bebidas aperitivas, como el vermout, el amargo y el ajenjo, son las peores de todas, especialmente el ajenjo, que puede producir el delirio furioso, causar ataques de epilepsia y llevar hasta el suicidio y el crimen.

32. Alcoholismo: sus peligros. — Se entiende por *alcoholismo* la intoxicación del organismo por el alcohol en general, y principalmente por los alcoholes mal refinados que se sacan de granos, de sidra, de patatas ó papas, de melaza, remolacha, etc., y en los que se contienen los más perniciosos *éteres*. El alcohol de vino, aunque también tóxico, es el menos nocivo. El alcoholismo es *agudo* ó *crónico*. Lo que caracteriza la crisis aguda de alcoholismo es la embriaguez, que al principio produce una excitación nerviosa más ó menos violenta, que va haciendo progresos hasta determinar un estado de depresión orgánica, que puede hasta causar la muerte, cuando la persona ebria es sobrecogida por el frío.

El alcoholismo *crónico* proviene de la ingestión diaria de alcohol, aun cuando sea en dosis moderadas, y así lo que le caracteriza no es la embriaguez. Los estragos que hace llegan poco á poco y progresivamente, consistiendo al principio en la pérdida de la memoria y en temblores; sobrevienen en seguida las lesiones del hígado, la parálisis, la locura y una decadencia orgánica completa que conduce á la muerte, la que con frecuencia se presenta en tales casos bajo la forma de tisis pulmonar.

El alcoholismo no daña tan sólo al bebedor de alcohol, sino que sus lesiones son hereditarias, y este es su más grave peligro. Los hijos de los alcohólicos son con frecuencia de constitución débil, más ó menos idiotas, y las más de las veces sufren de epilepsia. Casi todos ellos manifiestan una afición precoz á las bebidas alcohólicas y al vino. Por tanto, el alcoholismo, en todos sus grados, debe ser considerado como una verdadera plaga, como causa de decadencia de una raza, y nada debe omitirse para conseguir que las nuevas generaciones adquieran severos hábitos de templanza que las salven de tales peligros.

Fenómenos mecánicos de la digestión Masticación y deglución; movimientos intestinales.

33. Fenómenos mecánicos y químicos de la digestión. — Á la realización de la función digestiva contribuyen dos clases de fenómenos : *actos mecánicos*, que tienen por objeto la masticación de los alimentos, su deglución y marcha hacia el tubo intestinal; y *acciones químicas* encargadas de disolver ó de transformar aquellos alimentos, dejándolos de modo que el organismo pueda absorberlos y utilizarlos.

Los fenómenos mecánicos, precedidos de la *sensación del hambre*, son tres principalmente : la *masticación*, la *deglución* y los *movimientos intestinales*.

34. Sensación del hambre y de la sed. — La necesidad de tomar alimento se manifiesta por una sensación interna, el *hambre*, que tiene su asiento en el estómago, y estimula al hombre y á los animales á absorber los alimentos necesarios para su nutrición.

La sensación de la *sed*, caracterizada por la sequedad de la mucosa bucal y la falta de saliva, es debida á la urgente necesidad de reparar las pérdidas de agua en la sangre y en los tejidos. Tal sensación es muy viva en los que están heridos, á causa de las grandes hemorragias.

35. Masticación. — Los principales agentes de esta función son los dientes y las mandíbulas, en ayuda de los

cuales concurren los labios, los carrillos ó mejillas, la lengua y el paladar. Hemos visto que en el hombre es inmóvil la mandíbula superior. Por los tanto, la inferior es la que ejecuta los movimientos necesarios para la masticación. Imprimen estos movimientos varios potentes músculos, como los maseteros (M) (*fig.* 22), los temporales (T), los pterigoidianos y los digástricos (D), de cuyas extremidades una está fijamente unida al cráneo ó á la cara, y otra al hueso maxilar inferior.

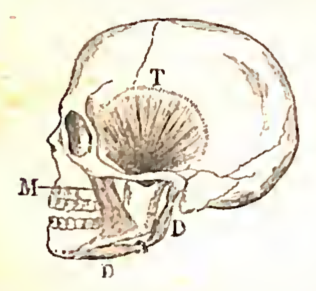


Fig. 22. *Músculos masticadores.* M. Maseteros. — T. Temporal. — D. Digástrico.

Mientras la mandíbula se mueve, la lengua y los carrillos van reuniendo sin cesar los alimentos entre las hileras de los dientes para que allí sean bien triturados.

La masticación es operación muy importante; cuando es imperfecta, puede dar origen á trastornos en las funciones digestivas (*dispepsia*).

36. Deglución. — La *deglución* es un acto mediante el cual los alimentos son transportados desde la boca al estómago.

Los órganos esenciales que instintivamen e ejecutan este acto, son la faringe y el esófago.

Recuérdese que la faringe es como un espacioso vestíbulo que comunica : arriba, con las fosas nasales; adelante, con la boca; abajo, directamente con el esófago, y más adelante con la laringe.

El orificio superior de la laringe está protegido por un opérculo fibro-cartilaginoso, la *epiglotis* (e) (*fig.* 23) quė está adherida á la base de la lengua.

Antes de la deglución, están abiertas todas estas comunicaciones (*fig.* 23). Mas cuando los alimentos han pasado el istmo de la garganta, es necesario que los orificios de comunicación con las fosas nasales, de una parte, y con la laringe, por otra, se cierren, á fin de que el *bolo alimenticio* no pueda ir más que al esófago.

Véase lo que se verifica : Por la parte superior, el borde

libre del velo del paladar acaba de adherirse á la profunda pared de la faringe; los pilares se juntan, la lengüeta ó *campanilla* llena el espacio comprendido entre ellos, y las fosas nasales quedan así completamente cerradas (*fig.* 24). Por la parte inferior, se levanta el esófago para salir al encuentro del bolo alimenticio; con ese movimiento de ascensión arrastra á la traquearteria, y el orificio superior de la laringe se coloca bajo la epiglotis, que efectúa un desplazamiento tras la base de la lengua, de tal suerte que la abertura de las vías aéreas queda igualmente cerrada.

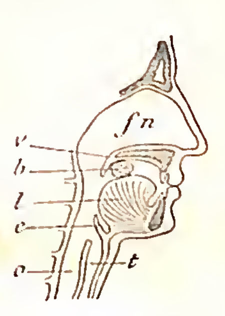


Fig. 23. — *Las fauces antes de la deglución.*

f. n. Fosas nasales. — *v.* Velo del paladar, que se ha bajado. — *b.* Bolo alimenticio. — *l.* Lengua. — *e* Epiglotis, ya levantada. — *o.* Esófago. — *t.* Laringe y traquearteria.

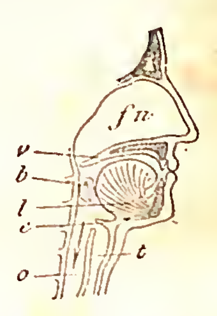


Fig. 24. — *Las fauces durante la deglución.*

Esta figura se diferencia de la figura 23: por el velo del paladar (*v*), que ya se ha levantado; por la epiglotis, que se ha bajado. Así quedan cerrados los orificios de comunicación de las fauces con las fosas nasales y la laringe.

Si estos movimientos se ejecutan mal ó incompletamente, los líquidos y los alimentos ingeridos pueden refluir por las fosas nasales ó, y esto sería muy grave, penetrar en la laringe y producir una crisis de sofocación ó ahogo.

El bolo alimenticio penetra de esta manera en el esófago, franquea el cardias y llega al estómago.

Al salir del estómago, los alimentos están sujetos á nuevos movimientos, llamados *intestinales* ó *contracciones peristálticas*, íntimamente relacionados con los fenómenos químicos de la digestión, de que vamos á tratar.

Fenómenos químicos de la digestión. — Transformación de los alimentos. — Saliva, jugo gástrico, bilis, jugo pancreático.

37. Fenómenos químicos de la digestión. Transformación de los alimentos. — Las acciones químicas que se efectúan en el tubo digestivo, tienen por último objeto hacer posible la absorción de las substancias alimenticias. Su resultado es, pues, transformar estas substancias en una serie de productos solubles capaces así de atravesar las membranas intestinales para entrar en la circulación. Los fenómenos químicos de la digestión se reducen á tres, á saber : la *insalivación*, la *quimificación ó digestión estomacal* y la *quilificación ó digestión intestinal.*

1º *Insalivación.* — La saliva bucal está constituida por la mezcla de tres salivas que provienen de tres diferentes especies de glándulas salivales. Es una *saliva mixta.*

La saliva parotidiana, clara, acuosa y alcalina, sirve para remojar los alimentos y facilitar así la masticación.

La saliva submaxilar, más espesa, parece sobre todo gustativa.

La saliva sublingual, muy viscosa, constituye un baño en torno del bolo alimenticio, haciéndole más suave para que se deslice.

La saliva mixta encierra carbonato y fosfato de calcio que se depositan bajo la forma de *tártaro dentario.*

La saliva no se limita á disolver ciertas substancias alimenticias. Posee un poder químico debido á una materia especial, la *ptialina*, la cual hace veces de fermento análogo á la diastasa (véase nuestro *Curso de Química*, pág. 379).

La saliva, en virtud de este fermento, *transforma los alimentos feculentos en glucosa*, como lo hace la diastasa de los cereales. Esta transformación, cuyo fin es hacer solubles y asimilables los alimentos feculentos, comienza en la boca y acaba en el intestino bajo la acción del jugo pancreático. Al masticar almidón durante algún tiempo, su sabor, al principio soso, no tarda en tornarse azucarado por la acción de la ptialina salival.

2º *Quimificación ó digestión estomacal.* — Los estudios más recientes de fisiología han demostrado que se había exage-

rado mucho la importancia de la digestión estomacal: que ésta es casi nula, y que el estómago debe ser considerado « como un saco de provisiones, ó como una despensa, y no como un instrumento esencial de la transmisión de los alimentos. Como órgano digestivo ha perdido mucha importancia. Los alimentos permanecen en el estómago hasta que pasan al intestino para sufrir la acción enérgica y decisiva del jugo pancreático (A. Dastre[1]). » He aquí los hechos precisos en que se funda esta opinión del profesor de fisiología en la Sorbona.

El *jugo gástrico* que segregan las glándulas de la mucosa del estómago, es un líquido claro, transparente, algo cetrino, bastante ácido, compuesto de 98 p. 100 de agua, de un poco de sal marina, de ácido clorhídrico y de un fermento especial, la *pepsina*, que sólo ejerce su acción en un medio ácido. Colocando en un vaso el jugo gástrico extraído del estómago de un perro que tenía una fístula gástrica experimental y poniendo en contacto un trozo de carne muscular, se ve que el jugo gástrico es capaz de digerir esa carne, de disolverla.

Llámase *peptona* la disolución de materias albuminóideas por la pepsina y el ácido clorhídrico del jugo gástrico, completado ya en el intestino por la acción del jugo pancreático. Una peptona asimilable no se diferencia de la albúmina propiamente dicha, más que en que no es coagulable por el calor, los ácidos ni el alcohol.

Mas esta acción química es muy lenta, puesto que requiere, lo menos, de diez á doce horas. Durante las tres ó cuatro horas, próximamente, que permanecen los alimentos en el estómago, el jugo gástrico no hace más que desunir las fibras musculares de la carne cocida introducida, disolviendo el tejido celular que las une. También ablanda las demás substancias albuminoideas (albúmina cocida, caseína y gluten). Prepara los *alimentos nitrogenados* para ser digeridos; pero no los digiere. En cuanto á su acción sobre los alimentos azucarados, grasos y feculentos es absolutamente nula. El estómago continúa, pues, sencillamente el papel mecánico de la insalivación y de la deglución, transformando los alimentos por medio de

1. Revue des Deux-Mondes : *Los miembros y el estómago; la fábula y la fisiología*, por A. Dastre (1º de Noviembre de 1900).

sus contracciones en una pasta grisácea llamada *quimo.*

El estómago no es indispensable. Hay muchos peces que no le tienen. Algunos hábiles fisiólogos se le han arrancado á perros y gatos, los cuales han vivido largo tiempo, comiendo y digiriendo perfectamente, una vez curados de la peligrosa mutilación. Operaciones semejantes practicadas en el hombre haciendo ablaciones de tumores han dado análogos resultados; pero es conveniente entonces que los alimentos sean reducidos previamente á papillas.

Hasta ahora se había creido que el jugo gástrico no empezaba á producirse sino pocos instantes después de llegar al estómago los alimentos; pero no es así. Ciertos experimentos del fisiólogo ruso Pawlow han demostrado que la simple vista de un bocado sabroso y su contacto con la lengua, no sólo determinan una afluencia de saliva, *volviéndose la boca agua*, como suele decirse, sino que también provocan la secreción de un jugo gástrico rico en pepsina y probablemente la del jugo pancreático. Así, pues, la imaginación, la vista y sobre todo la introducción de un alimento sabroso y deseado impresionan todo el aparato digestivo. Este es un hecho que los médicos deben tener muy presente para la alimentación de sus enfermos.

3.° *Quilificación ó digestión intestinal.* — La *quilificación* es el acto por el cual las materias alimenticias, ya transformadas en quimo en el estómago, se convierten en *quilo*, es decir, en un jugo blanco, lechoso, destinado á ser absorbido, para mezclarse con la masa de la sangre.

El quilo está compuesto de agua, la cual tiene, en disolución, glucosa, peptonas, sales minerales y, en suspensión, materias grasas.

La acción química sobre los alimentos, que sobre todo se realiza en el duodeno, es debida á tres líquidos : al *jugo intestinal*, á la *bilis* y al *jugo pancreático*.

El *jugo intestinal* segregado por millones de glándulas intestinales miscroscópicas (glándulas en racimo de *Brunner* en el duodeno, en tubo de *Lieberkuhn* sobre toda la mucosa intestinal , es un líquido alcalino que se puede tomar de un animal vivo en una curva intestinal comprendida entre dos ligaduras. Está caracterizado por la presencia de un fermento, la *invertina*, que completa la acción del jugo gástrico ; pero su propiedad más peculiar es convertir la

sacarosa (azúcar de caña ó de remolacha no asimilable) en *glucosa* asimilable.

La *bilis* que segraga el hígado, es un líquido alcalino, viscoso, fluido, de color verdoso y sabor amargo. Es à la vez un *producto excrementicio* cargado de subtancias inútiles que deben ser arrojadas fuera, y un *jugo digestivo que contribuye à disolver en parte las materias grasas*, es decir, á dividirlas en gotitas microscópicas, convirtiéndolas así en absorbibles. La bilis se compone de 85 por 100 de agua que tiene en suspensión y en disolución grasas, colesterina, ácidos combinados con sosa y dos principios colorantes : la *bilirrubina* y la *biliverdina*. Su composición, análoga à la del jabón, ayuda á la bilis á facilitar el descenso de los alimentos al instestino, y se opone por otra parte á su putrefacción. Merced à su acción disolvente sobre los cuerpos grasos, se emplea la bilis para quitar las manchas de grasa en las telas.

El *jugo pancreático* es un líquido incoloro, viscoso, alcalino por sus cloruros y sus fosfatos, análogo á la saliva, caracterizado también por la presencia de una diástasa especial, la *pancreatina*, la cual compone á su vez tres fermentos distintos : 1º la *amilopsina*, que continúa la acción de la saliva sobre las féculas; 2º la *tripsina*, que obra como la pepsina sobre las albúminas, pero en un medio alcalino; 3º la *esteapsina*, que disuelve las grasas.

Ahora podemos formar una idea muy clara del conjunto de los fenómenos digestivos :

Las MATERIAS FECULENTAS *son transformadas en glucosa para ser absorbidas*. Esta transformación comienza en la boca y el estómago con la saliva y se acaba en el intestino bajo la influencia del jugo pancreático;

Las MATERIAS ALBUMINÓIDEAS *ó azoadas (fibrina, albúmina coagulada, caseina, gluten, etc.), que comienzan à ser transformadas en peptonas solubles dentro del estómago por la pepsina y el ácido clorhídrico del jugo gástrico, son finalmente digeridas en el intestino por el jugo pancreático;*

Las MATERIAS GRASAS *son disueltas en el intestino delgado por la bilis y el jugo pancreático;*

El JUGO PANCREÁTICO, *que es el más importante de los jugos digestivos, ejerce su acción sobre las tres clases de alimentos;*

El JUGO INTESTINAL *transforma la sacarosa en glucosa y la vuelve asimilable.*

Absorción de los alimentos nutritivos elaborados por la digestión.

38. Absorción intestinal. — La superficie de la mucosa intestinal está cubierta de papilas ó *vellosidades*, que son verdaderos chupones que absorben los materiales de la nutrición, del mismo modo que las raíces vegetales chupan de la tierra el jugo que necesita la planta. La absorción se verifica por *endosmosis* á través de la membrana del epitelio que cubre la mucosa. La vellosidad (*fig.* 25) se compone esencialmente de una cubierta epitelial cilíndrica que envuelve una pequeña masa de tejido conjuntivo (C), por el cual se extiende una red vascular que proviene: en la periferia, de los capilares de la arteria mesentérica (A) y de la vena porta (V); en el centro, de un vaso quilífero (Ch). Las vías de la absorción intestinal son las venas y los vasos quilíferos.

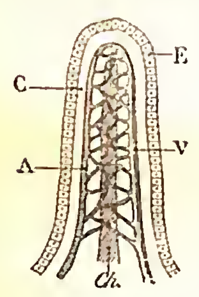


Fig. 25. — *Estructura de una vellosidad intestinal.*

E. Epitelio. — C. Tejido conjuntivo intersticial. — A. Arteria mesentérica. V. Vena porta. —*h.* Quilífero central.

1º *Absorción por las venas* — Los productos de la digestión, que en parte se absorben por las venas, son las sales, las bebidas, así como las peptonas y las materias albuminoideas y azucaradas que resultan de la digestión de los alimentos nitrogenados y feculentos. Las venas no absorben las materias grasas, lo que distingue la absorción venosa de la absorción por los vasos quilíferos. Las materias absorbidas por las venas intestinales son llevadas á la vena porta, que las conduce ante todo al hígado y luego á la vena cava inferior, por donde penetran en el torrente circulatorio.

2º *Absorción por los vasos quilíferos.* — Los *vasos quilíferos* (*fig.* 26) son unos tubitos flexuosos que nacen en la superficie de las vellosidades del intestino delgado, y, después de

entrecruzarse y anastomosarse muchas veces, atraviesan una serie de ganglios contenidos en un repliegue del peritoneo, llamado *mesenterio*, yendo á desembocar, por fin, en un conducto especial, el *canal torácico*, donde vienen á parar también numerosos vasos linfáticos. El canal torácico atraviesa el diafragma, sube al pecho á lo largo de la columna vertebral y desemboca en la vena subclavia izquierda.



Fig. 26. — *Órganos de la absorción del quilo*
1. Canal torácico. — 2-2. Vasos linfáticos. — 4-4. Vasos quilíferos. — 5-5. Intestino delgado. — 6. Mesenterio. — 7. Arteria aorta. — 8. Vena subclavia izquierda.

Los vasos quilíferos sirven para la absorción de las materias grasas del *quilo*.

Este líquido, en que están representados todos los productos de la digestión, es blanco, lechoso, de un sabor levemente salado y alcalino. Cuando se le mira con el microscopio, se ve que está formado de una serosidad albuminosa y transparente en medio de la cual hay suspendidos multitud de gránulos, que se componen esencialmente de grasa emulsionada. Contiene, además, el quilo unos góbulos destinados á formar los glóbulos blancos de la sangre.

En resumen, todos los materiales de la digestión son llevados á la sangre por dos órdenes de vasos : las venas y los vasos quilíferos. Las venas no absorben más que las peptonas y la glucosa, productos líquidos y disueltos por las bebidas, la saliva y los jugos gástricos, pancreático é intestinal; los vasos quilíferos absorben las materias

grasas disueltas por el jugo pancreático y la bilis. Las substancias absorbidas por las venas atraviesan el hígado y se vierten en la vena cava inferior; las materias absorbidas por los vasos quilíferos recorren el canal torácico, y van á parar en la vena sub-clavia izquierda, que las lleva de seguida á la vena cava superior, donde se incorporan á la masa sanguínea.

Cuadro de las diferentes diastasas digestivas y de su acción particular.

JUGOS DIGESTIVOS	DIASTASAS Ó FERMENTOS	ALIMENTOS	TRANSFORMACION
Saliva	Ptialina	Féculas	Glucosa
Jugo gástrico	Pepsina	Alimentos nitrogenados ó albuminóideos	Peptonas
Jugo pancreático	Pancreatina { Amilopsina	Féculas	Glucosa
	Tripsina	Albuminóideos	Peptonas
	Esteapsina	Grasas	Emulsion
Bilis	....	Grasas	Emulsion
Jugo intestinal	Invertina	Sacarosa	Glucosa

Fermentos solubles y fermentos figurados digestivos.

39. Diastasas y microbios digestivos. — Acabamos de ver, resumido en la tabla precedente, el papel de las diastasas ó *fermentos no figurados*. Estas diastasas, materias albuminóideas segregadas por las células vivas, se precipitan en el alcohol, y de esta manera pueden ser recogidas bajo la forma de polvo blanco y amarillento.

Las diastasas desempeñan bien el oficio de fermentos, pues basta una exigua cantidad de diastasa animal ó vegetal para sacarificar una considerable masa amilácea. Esta desproporción entre la substancia activa y la substancia transformada es la característica de las fermentaciones.

Mas, al lado de las diastasas, existen en el intestino numerosos *fermentos figurados ó microbios* visibles solamente

con el microscopio, cuya acción ó, más bien, cuyas secreciones parecen útiles á la digestión. En efecto, se ha demostrado que conejos alimentados exclusivamente con agua y zanahorias esterilizadas decaían rápidamente, mientras que otros conejos vivían sanos alimentándose con agua y zanahorias no esterilizadas. Así se explicará la acción del queso como digestivo al fin de la comida. Creo que será ésta la primera vez que tengamos que hablar de microbios bienhechores.

RESUMEN

I. Se llama *alimento* á toda substancia capaz de reparar la sangre y los tejidos.

II. Los alimentos se dividen en cuatro categorías : 1° *alimentos minerales* (agua, fosfatos y carbonatos de calcio, hierro y cloruro de sodio); 2° *alimentos hidrocarbonados* (féculas y azúcares); 3° *alimentos grasos* (aceites, manteca y grasas); 4° *alimentos albuminoideos* ó *azoados* (albúmina de huevo, carne, gluten).

III. Los alimentos azoados sirven para la formacion y reparación de los tejidos, y por esta razón reciben el nombre de alimentos plásticos; los alimentos no azoados son absorbidos directamente bajo la forma de *glucosa*, ó se queman proporcionando al organismo los materiales propios para la combustión respiratoria y, por consecuencia, para el sostenimiento del calor animal.

IV. La digestión se compone de actos sucesivos, cuyo objeto es convertir los alimentos en solubles y asimilables.

V. Las MATERIAS FECULENTAS son digeridas en la boca y el estómago por la *ptialina*, diastasa de la saliva que las transforma en *glucosa*.

Las MATERIAS ALBUMINOIDEAS son digeridas, parte en el estómago y completamente en el intestino, por la *pepsina* y el *ácido clorhídrico* del jugo gástrico, como igualmente por el jugo pancreático, que las transforman en una materia soluble llamada *peptona*.

Las MATERIAS GRASAS son digeridas por la bilis, que las disuelve en gotillas microscópicas.

El *jugo pancreático* continúa y completa estas tres acciones en el intestino; el *jugo intestinal* transforma la sacarosa en glucosa.

VI. Los productos de la digestión, cuyo conjunto constituye un jugo blanco y lechoso, llamado *quilo*, son absorbidos á través del epitelio de las vellosidades intestinales :

Las *peptonas* y la *glucosa*, por las ramificaciones intestinales de la vena porta;

Las *materias grasas*, por los vasos quilíferos.

CAPÍTULO IV

LA SANGRE Y SU CIRCULACIÓN

Sangre. — Aparato circulatorio sanguíneo: corazón, arterias, venas y vasos capilares. — Fisiología de la circulación. — Historia de la circulación. — Circulación de la linfa. — Suplemento al estudio de la sangre y de la circulación.

Sangre. Glóbulos rojos y glóbulos blancos. Coagulación. Composición química de la sangre. Su papel fisiológico.

40. Composición de la sangre. — La *sangre*, llamada con justicia *fluido nutricio*, es el líquido que sostiene la vida en los órganos y suministra á los tejidos los materiales necesarios á su formación y reparación. En el hombre y en casi todos los animales vertebrados la sangre es roja levemente viscosa y alcalina y un poco más densa que el agua.



Fig. 27. — *Glóbulos de la sangre.*

Glóbulos circulares de la sangre del hombre, vistos con un aumento de 400 veces su diámetro, próximamente. — Glóbulos elípticos de la sangre de las aves, de los batracios y de los peces.

Cuando se examina con el microscopio la sangre del hombre ó de un animal vertebrado, se la ve constituida por un líquido incoloro y transparente, el *plasma* que lleva en suspensión multitud de corpúsculos rojizos (*fig.* 27), llamados *glóbulos sanguíneos* ó *glóbulos rojos*, para distinguirlos de otros cor-

púsculos incoloros que también contiene pero en menor número, y á que se ha dado los nombres de *glóbulos blancos, glóbulos linfáticos y leucocitos*. El plasma lleva además en disolución albúmina, fibrina y algunas otras materias de que luego hablaremos.

1º *Glóbulos rojos ó sanguíneos.* — Los *glóbulos rojos ó sanguíneos* del hombre y la mayoría de los mamíferos tienen la forma de pequeños discos circulares, sin núcleo, aplastados en el centro é hinchados en los bordes; su diámetro es próximamente de seis á siete milésimas de milímetro. En las aves, los reptiles y los peces, son elípticos y convexos, esto es, hinchados en el centro; sus dimensiones son además mucho mayores, sobre todo en los reptiles, en los que su mayor diámetro llega á ser en ocasiones de una décimoséptima parte de milímetro.

Los glóbulos sanguíneos están formados de una substancia protoplasmática albuminosa unida ó combinada con una materia colorante llamada *hemoglobina*.

Cuando la sangre penetra en los pulmones, la hemoglobina tiene la propiedad de fijar el oxígeno del aire, y entonces forma la *oxihemoglobina*, que al llegar á los vasos capilares cede su oxígeno á los tejidos y vuelve á su estado de hemoglobina. De suerte que ésta desempeña una función muy importante en los fenómenos de nutrición, pues es el vehículo que lleva el oxígeno al organismo. Si se toma sangre en un vaso y se la deja al abrigo de los gérmenes de putrefacción, se ve que la hemoglobina cristaliza.

El número de los glóbulos rojos es inmenso; con un aparatito micrométrico llamado *hematímetro*, se ha llegado á valuar su número en *cinco millones* por milímetro cúbico de sangre. Esto ha servido de punto de partida para reconocer el estado de *anemia* ó de *plétora* del organismo, según que el número de glóbulos contados por milímetro cúbico es notablemente inferior ó superior á cinco millones.

2º *Glóbulos blancos ó leucocitos; fagocitosis.* — Estos glóbulos, que también se designan con el nombre de *leucocitos*, existen en la sangre en menor cantidad que los glóbulos rojos ó sanguíneos; su proporción, relativamente á la de éstos, es de 1 á 500 próximamente. Tienen una forma esférica y son mucho más gruesos que los glóbulos rojos, y

encierran un núcleo simple ó doble, que no existe en los glóbulos sanguíneos. Lo más curioso es que estos glóbulos poseen la facultad de cambiar de forma en virtud de ciertos movimientos que les son inherentes. Como á los animales microscópicos llamados *amibas* (*fig.* 1), puede vérseles con un potente microscopio alargarse, emitir prolongaciones (*fig.* 28), apoderarse de corpúsculos que se hallan á su alcance. Pueden, estirándose, atravesar las membranas, salir de los vasos sanguíneos, viajar, por decirlo así, en el tejido celular, por lo cual se las llama también *celulas emigrantes*, y contribuir así á formar la *sangre blanca* ó *linfa* que circula en los vasos linfáticos, y que está compuesta únicamente de *plasma* y de *glóbulos blancos*. Los vasos linfáticos toman, efectivamente, su origen en las mallas ó vacíos del tejido celular que se halla bañado de linfa.




Fig. 28. — *Glóbulos blancos, muy aumentados.*

Cuando los glóbulos blancos encuentran despojos celulares ó bacterias en su emigración á los vasos, ó á través de las mallas del tejido celular, se apoderan de ellos mediante sus prolongaciones protoplásmicas, y los absorben y digieren. Por eso los leucocitos pueden ser considerados como agentes de defensa contra los gérmenes de enfermedades infecciosas. Este fenómeno de depuración, descubierto por Metchnikoff, del Instituto Pasteur, es designado con el nombre de *fagocitosis*.

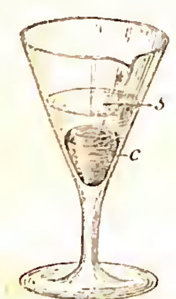


Fig. 29. — *Coagulación de la sangre.*

s. Suero. — *c.* Coágulo.

41. Coagulación de la sangre. — Abandonada á sí misma, la sangre extraida de un animal vivo se separa al poco tiempo en dos partes: la una, líquida, amarillenta, transparente; la otra, sólida, opaca, de color rojo intenso y de la consistencia de una gelatina (*fig.* 29).

La parte líquida ó *suero* (*s*) está compuesta de agua en la que hay disolución de albúmina en la proporción de 70

por 1000, muchas sales con base de sodio (cloruro, carbonato y fosfato), trazas de urea, de glucosa y de materias grasas. Los carbonatos y bicarbonatos de sodio son los vehículos del ácido carbónico en la sangre negra, como la hemoglobina lo es en la sangre roja.

La parte sólida ó *coágulo* (c está formada de una trama de fibra coagulada ó cuajada que aprisiona, como si fuera una red, los glóbulos sanguíneos.

La sangre se coagula desde que no está en contacto con la pared lisa de un vaso. Si la pared interna de una vena está alterada, la sangre se coagula en el interior del vaso (flebitis). Entonces puede un coágulo desprenderse, entrar en el torrente circulatorio (*embolia*), llegar al corazón ó á la arteria pulmonar y producir la muerte.

La *sangre fresca* se compone de *glóbulos rojos y blancos*, y de *plasma*, líquido albuminoso que comprende el *suero* de la sangre coagulada y el *fibrinógeno*, substancia albuminoidea disuelta en el plasma mientras la sangre está en los vasos; pero que se transforma en fibrina al contacto del aire y forma la red que encierra los glóbulos sanguíneos.

La *sangre coagulada* comprende el *coágulo*, que es una masa de glóbulos y de fibrina, y el *suero*, plasma despojado de su fibrinógeno.

Para obtener la fibrina, substancia de color blanquecino, blanda y elástica en estado fresco, pero que se endurece pronto, basta que al salir la sangre del vaso, se la bata con un palito, al rededor del cual se pegan los filamentos de fibrina.

42. Composición química de la sangre. — Determinando por el análisis químico las proporciones de las diversas substancias que entran en la composición de la sangre, se halla que mil partes, en peso, de sangre del hombre, contienen próximamente:

Agua.	779
Glóbulos secos (con cierta cantidad de hierro).	140
Albúmina	70
Fibrina	2
Materias grasas	3
Diversas sales	6
	1000

43. Origen de los glóbulos rojos y de los glóbulos blancos. — Los glóbulos rojos provienen del *bazo* y de la *medula de los huesos*. Examinando el bazo de los peces se puede ver, en efecto, que contiene un sinnúmero de celdillas redondas incoloras, que poco á poco se cargan de hemoglobina, toman color rojo y se convierten así en verdaderos glóbulos sanguíneos. También se ve esta misma formación de glóbulos sanguíneos en la medula de los huesos, la cual es muy vascular. Luego los glóbulos sanguíneos vienen á ser antiguas células desprovistas de núcleo que no se multiplican en la sangre, y que, modificadas, terminan por ser absorbidas por los glóbulos blancos.

Los glóbulos blancos nacen especialmente de los ganglios linfáticos y de la médula de los huesos. Éstos son células nuevas que se multiplican dividiéndose en la sangre, y luego la purifican de los despojos celulares y de los gérmenes infecciosos que puede contener, por el curioso fenómeno conocido con el nombre de fagocitosis de que hemos hablado antes.

44. Oficio fisiológico de la sangre. Sangre arterial y sangre venosa. — La sangre, hemos dicho, es el gran agente de la nutrición, pues suministra constantemente á los órganos los materiales para su formación y reparación. En ella están representados, en efecto, los elementos de casi todas las partes sólidas y líquidas de la economía, y de aquí el nombre de *carne líquida* que le han dado algunos autores.

Circulando á través de los órganos que nutre y excita, la sangre se modifica: de una parte, cede á los tejidos en que penetra partículas que éstos se apropian é incorporan á su misma substancia; de otra parte, recibe materiales que estos mismos tejidos le abandonan para que los haga salir del organismo. De lo cual resulta que la sangre que va á los órganos difiere esencialmente de la que vuelve de ellos, después de haber servido para nutrirlos: la primera se llama *sangre arterial*, y *sangre venosa* la segunda.

La *sangre arterial* contiene muchos glóbulos y se coagula muy fácilmente. La sangre venosa es menos coagulable y menos rica en glóbulos. Mas lo que, sobre todo, distingue la sangre arterial de la sangre venosa, es que la una es eminentemente propia para el sostenimiento de la vida, mientras que la otra ha perdido esta propiedad. No obstante,

la sangre venosa recobra bien pronto sus cualidades vivificadoras; basta la acción del aire para transformarla inmediatamente en sangre arterial. Esta transformación, llamada *hematosis*, es el fenómeno capital de la respiración.

Aparato circulatorio : Corazón, Arterias, Venas, Vasos capilares.

45. **Aparato circulatorio.** — El aparato circulatorio se compone : 1º de un órgano central llamado *corazón*, destinado á poner la sangre en movimiento; — 2º de un sistema de *tubos ó vasos sanguíneos* que sirven para distribuir la sangre en todas las partes del cuerpo.

1º CORAZÓN. — Este órgano situado en el centro del aparato circulatorio, es una bolsa musculosa, dividida en varias cavidades distintas. En el hombre, como asimismo

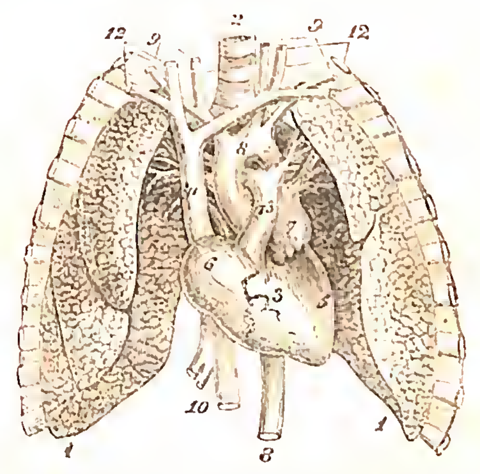


Fig. 30. — *Pulmones, corazón y principales vasos.*

1-1. Pulmones. — 2 Traquearteria. — 3. Corazón. — 4. Ventrículo derecho. — 5. Ventrículo izquierdo. — 6. Aurícula derecha que recibe las dos venas cavas. — 7. Aurícula izquierda en que desembocan las venas pulmonares. — 8-8. Aorta. — 9-9. Arterias carótidas y sub-clavias. — 10. Vena cava inferior. — 11. Vena cava superior. — 12-12. Venas yugulares y sub-clavias. — 13. Arteria pulmonar.

en los mamíferos y en las aves, el corazón está alojado en el pecho, entre los dos pulmones (*fig.* 30). Envuelto y protegido por una membrana serosa, el *pericardio*, tiene la forma de un cono piramidal, invertido, y presenta cuatro cavidades: dos *aurículas* y dos *ventrículos*.

Las dos aurículas (*fig.* 31) ocupan la masa de la pirámide que forma el corazón; los dos ventrículos están debajo, esto es, descienden hacia el vértice. Resulta de esta disposición que el corazón es divisible en dos mitades, derecha é izquierda, cada una con su aurícula y su ventrículo, llamados respectivamente *aurícula derecha*, *ventrículo derecho*, *aurícula izquierda* y *ventrículo izquierdo*.

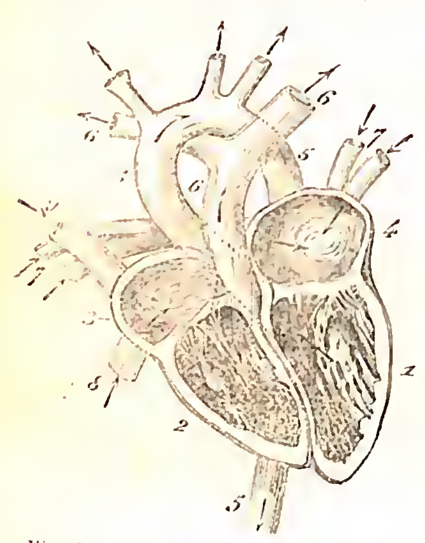


Fig. 31. — *Sección vertical del corazón.*

1. Ventrículo izquierdo ó aórtico. — 2. Ventrículo derecho ó pulmonar. — 3. Aurícula derecha. — 4. Aurícula izquierda. — 5-5-5. Aorta. — 6-6-6. Arteria pulmonar. — 7-7. Venas pulmonares. — 8. Vena cava inferior. — 9. Vena cava superior.

Nota. — *Las flechas indican el curso de la sangre en estos diversos vasos.*

Las aurículas no se comunican entre sí, ni tampoco los ventrículos. Las cavidades de la derecha están separadas por un tabique vertical de las cavidades de la izquierda. Pero la aurícula de cada lado se comunica con su ventrículo correspondiente por un orificio llamado aurículo ventricular.

Las cavidades de la derecha, aurícula y ventrículo, sólo contienen sangre venosa; las cavidades de la izquierda sangre arterial, no más. Las primeras, como veremos pronto, reciben la sangre que vuelve de todo el cuerpo y la lanzan á los pulmones; las segundas reciben la sangre que viene de los pulmones y la lanzan hacia todo el cuerpo. Estas cavidades están cubiertas por una membrana llamada *endocardio*, que está formada por una simple laminilla de

tejido conjuntivo. De modo que podemos considerar el corazón como un órgano doble, compuesto de dos corazones separados, uno *derecho ó pulmonar*, y otro *izquierdo ó aórtico*. Veremos, en efecto, que en ciertos animales existe aisladamente uno ú otro.

Las paredes de los ventrículos son mucho más gruesas y robustas que las de las aurículas; y el ventrículo izquierdo es también más grande que el derecho. Entre cada aurícula y su ventrículo correspondiente hay una válvula membranosa, que se baja cuando pasa la sangre de la aurícula al ventrículo, y, por el contrario, se alza cuando el ventrículo se contrae, oponiéndose de esta suerte al regreso de la sangre á la aurícula.

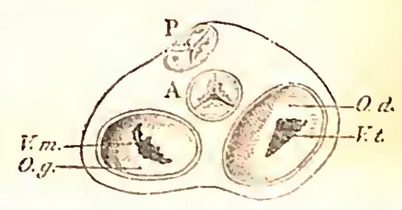


Fig. 32. — *Sección transversal del corazón al nivel del surco aurículo-ventricular.* O.d. Aurícula derecha. — V.t. Válvula tricúspide. — O.g. Aurícula izquierda. — V.m. Válvula mitral. — A y P. Válvulas sigmoideas de los orificios cardíacos de la aorta y de la arteria pulmonar.

En los bordes de la válvula de la derecha (*Tricúspide*, V. t., *fig.* 32) y los de la izquierda (*Mitral*, V. m.) están insertos los musculitos llamados *papilares*, cuyo oficio es atraer las válvulas hacia el fondo del ventrículo y regularizar su juego. Del mismo modo, las *válvulas sigmoideas* (A y P), de las que luego hablaremos, impiden que la sangre vuelva de las arterias *aorta* y *pulmonar* al corazón.

2º Vasos sanguíneos. — Los *vasos* por donde circula la sangre, se distinguen en *arterias, venas* y *vasos capilares*. Todos ellos se comunican con el corazón mediante grandes troncos arteriales ó venosos representados en la figura 31.

Arterias. — Son los vasos que sirven para llevar la sangre á todas las partes del cuerpo desde los ventrículos del corazón, donde nacen (*fig.* 30 y 31). La del ventrículo izquierdo, cuyo único tronco se llama *arteria aorta*, sube primeramente hacia la base del corazón, luego se encorva de derecha á izquierda en figura de cayado, y desciende después verticalmente siguiendo la columna vertebral hasta la parte inferior del abdomen. En este trayecto emite la aorta gran

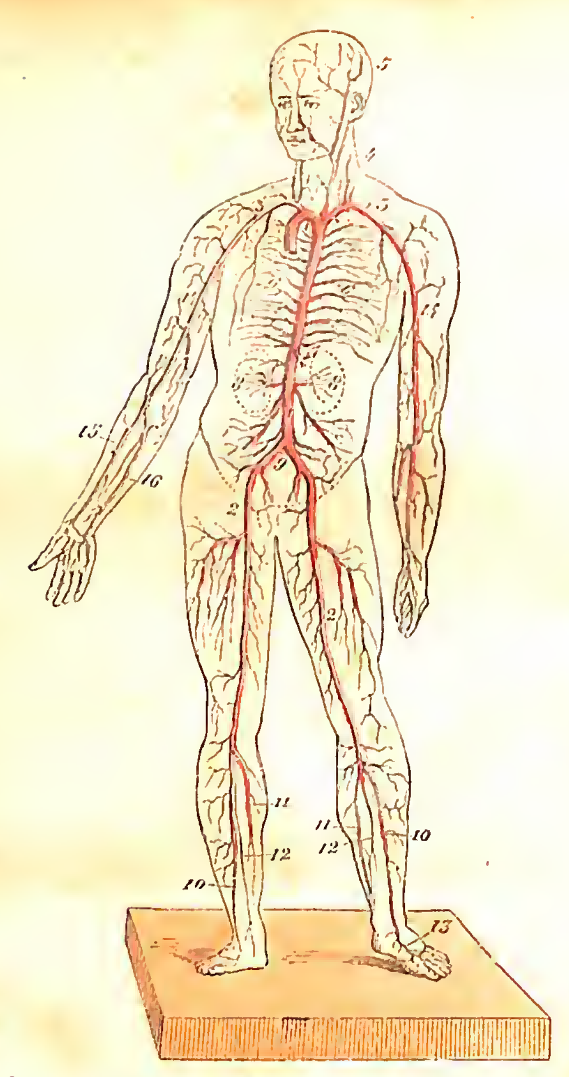


Fig. 33. — *Sistema arterial del hombre.*

1-1. *Aorta.* — 2-2. Arterias femorales. — 3-3. Arterias sub-clavias. — 4. Ar erias carótidas. — 5. Ramas arteriales de la cara y cuero cabelludo. — 6-6. Arterias intercostales. — 7. Arteria celiaca. — 8-8. Arterias renales. — 9. Arterias iliacas. — 10-10. Arterias tibiales anteriores. — 11-11. Arterias tibiales posteriores. — 12-12. Ramas musculares. — 13. Arteria pedial. — 14-14. Arterias humerales. — 15. Arteria radial. — 16. Arteria cubital.

número de ramas. Las principales de ellas son las siguientes: las dos *carótidas* (4, *fig.* 33) que suben á los lados del cuello y riegan la cabeza; las dos arterias *subclavias* (3) que van á las extremidades superiores, donde toman sucesivamente los nombres de *arterias humerales, radiales* y *cubitales* (14, 15, 16); la arteria *celiaca* (7), que se divide en tres ramas para proveer al estómago, al hígado y al bazo; las arterias *renales* (8), que van á los riñones ú órganos secretorios de la orina; las arterias *mesentéricas*, que se distribuyen por los intestinos y las arterias *iliacas* (9), que llevan la sangre á las extremidades inferiores, denominándose sucesivamente arterias *femorales, tibiales, peroneas* y *pediales* (2, 10, 11, 13).

Del ventrículo derecho nace otra gruesa arteria, *arteria pulmonar*, destinada á llevar la sangre venosa á los pulmones. Su tronco (6, *fig.* 31) sube también al lado de la aorta y se bifurca pronto en dos ramas, cada una de las cuales se divide y subdivide á su vez ramificándose sobre las paredes de las vesículas pulmonares, donde se opera la transformación de la sangre venosa en sangre arterial.

Hay, pues, dos sistemas arteriales distintos: uno que parte del ventrículo izquierdo (aorta) y lleva la sangre arterial á todas las partes del cuerpo; otro que arranca del ventrículo derecho (arteria pulmonar) y lleva la sangre venosa al pulmón para hacerle sufrir la acción del aire. En los orificios por que se comunican los ventrículos con la aorta y la arteria pulmonar, se encuentran unas valvulitas membranosas (*fig.* 34), llamadas *válvulas sigmoideas*, en forma de nido de golondrina, que dejan pasar la sangre de los ventrículos á estos vasos, pero que se oponen á su regreso al corazón.

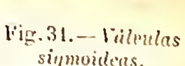


Fig. 34.— *Válvulas sigmoideas.*

Las arterias están formadas de tres túnicas superpuestas, á saber: túnica interna, túnica media y túnica externa. La túnica interna es delgada, lisa, constituída por un *endotelio* de células aplanadas, cuyos bordes irregulares engranan unos con otros. La túnica del medio es gruesa, amarillenta, y está formada, en gran parte, de fibras elásticas dispuestas circularmente al rededor de la túnica interna en las gruesas arterias y de fibras musculares lisas en las arterias medianas, y únicamente de fibras muscu-

lares en las pequeñas arterias. La túnica externa es de un tejido conjuntivo denso y apretado.

Las arterias, gracias al espesor y elasticidad de su túnica media, no pierden jamás su tersura. Cuando se las corta transversalmente, arrojan un chorro de sangre, pero conservan su oquedad ó calibre. De ahí lo peligrosas que son las heridas arteriales, las cuales pueden ocasionar las más graves hemorragias; y para atajarlas, hay que comprimir, ligar ó cerrar con unas pinzas la arteria cortada. En el cadáver quedan vacías de sangre, y su sección permanece abierta.

Venas. — Son los vasos que traen la sangre de todas las partes del cuerpo al corazón. Son mayores y más numerosas que las arterias, á las que siguen generalmente en su trayecto; se exceptúan las venas cutáneas ó superficiales que se extienden bajo la piel. Todas las venas del cuerpo, salvo las pulmonares, se juntan para terminar en el corazón por dos grandes troncos que desembocan en la aurícula derecha y se llaman *venas cavas superior é inferior* (*fig.* 30 y 31).

Las *venas pulmonares* que vuelven al corazón la sangre revivificada en los pulmones, entran en éste por cuatro troncos distintos que desembocan en la aurícula izquierda.

Las *venas intestinales* ofrecen una disposición notable, diferente de la que presentan las venas del resto del cuerpo. Se reunen, en efecto, en un tronco común, que penetra en la substancia del hígado y se ramifica en ella al modo de las arterias, antes de llegar al corazón mediante la vena cava inferior. Esta parte de la circulación venosa, sobre la cual insistiremos ulteriormente, se designa con el nombre de *sistema de la vena porta.*

Señalaremos, además, la vena *ácigos* que recorre la columna vertebral y reune las dos venas cavas, inferior y superior, por medio de la vena iliaca derecha. Recibe parte de la sangre de las regiones lumbar y torácica, y puede servir de tubo para una circulación suplementaria, conduciendo la sangre de los miembros inferiores á la vena cava superior, en caso de que se obstruya la vena cava inferior.

La estructura de las venas difiere de la de las arterias. Su túnica media, en vez de ser gruesa, resistente y elástica

como en estos últimos vasos, se reduce simplemente á una membrana floja y extensiva, formada de células y fibras musculares lisas, circulares ó transversales las unas, y longitudinales las otras. De lo cual resulta que las venas tienen las paredes mucho más delgadas que las arterias, y que en vez de conservar su calibre, se aplastan sobre sí mismas desde el momento en que la sangre deja de distenderlas. Se observa además, principalmente en las venas de los miembros inferiores (*fig.* 35), una especie de válvulas formadas por repliegues de su túnica interna, y dispuestas de tal modo, que favorecen el curso de la sangre contra la acción de la gravedad.



Fig. 35. — *Vena abierta longitudinalmente que deja ver la disposición de las válvulas.*

Vasos capilares. — Á medida que las arterias se alejan del corazón, van dividiéndose en ramas más y más pequeñas cada vez,



Fig. 36. — *Arterias, venas y vasos capilares.*

1. Arterias. — 2. Venas. — 3. Vasos capilares.



Fig. 37. — *Endotelio de células engranadas que forman el endocardio y la túnica interna de los vasos.*

la cuales se entrelazan y anastomosan formando una gran red, cuyas mallas de extremada finura penetran en todos

los órganos para llevarles el fluido nutricio (*fig.* 36). Estas últimas ramificaciones de las arterias reciben el nombre de *vasos capilares*. Su pared, sumamente tenue, se reduce á una sola membrana endotelial, análoga á la del endocardio y á la túnica interna de las arterias y de las venas (*fig.* 37). Es diáfana y permeable á los glóbulos blancos de la sangre.

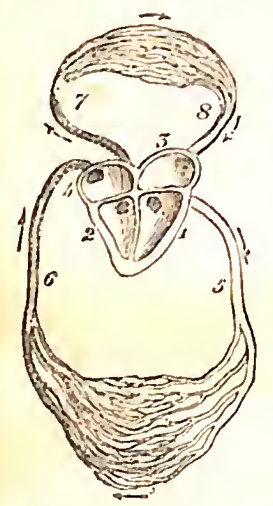


Fig. 38. — *Figura teórica que representa la gran circulación y la pequeña.*

1. Ventrículo izquierdo del corazón. — 2. Ventrículo derecho. — 3. Aurícula izquierda. — 4. Aurícula derecha. — 5. Ateria aorta, que parte del ventrículo izquierdo y lleva la sangre arterial á todas las partes del cuerpo. — 6. Vena cava, que trae la sangre venosa á la aurícula derecha. — 7. Arteria pulmonar, que sale del ventrículo derecho y lleva á los pulmones la sangre venosa. — 8. Vena pulmonar, que vuelve al corazón (por la aurícula izquierda) la sangre arterializada en los pulmones.

Después de un trayecto más ó menos largo por la trama orgánica, los vasos capilares se reunen y comunican con las venas, que forman su continuación de un lado como las arterias la forman del otro; es decir, que los dos sistemas, arterial y venoso, se comunican entre sí directamente por medio de estos vasos.

Fisiología de la circulación. — Fenómeno del pulso. — Historia de la circulación.

46. Mecanismo de la circulación. — El mecanismo de la circulación se comprende fácilmente. La sangre, después de atravesar los capilares, recorre el sistema venoso y entra por las dos venas cavas, superior é inferior (*fig.* 30 y 31), en la aurícula derecha del corazón. De la aurícula derecha pasa al ventrículo derecho, que al contraerse la empuja á la arteria pulmonar. Llegada á los pulmones y puesta en contacto del aire, la sangre, que era venosa, se transforma en sangre arterial, y vuelve por las venas pulmonares á la aurícula izquierda. De la aurícula izquierda pasa al ventrículo izquierdo, cuyas

contracciones la lanzan á la aorta, es decir, á todo el sistema arterial hasta los capilares, que hemos elegido como punto de partida del trayecto circular recorrido por la sangre en su marcha incesante.

Notemos, sin embargo, que este trayecto comprende en realidad *dos círculos* (*fig.* 38): uno, que empieza en el ventrículo izquierdo y acaba en la aurícula derecha; otro, que parte del ventrículo derecho y viene á cerrarse en la aurícula izquierda. El movimiento de la sangre en el primero de estos círculos recibe el nombre de *gran circulación*; y se llama *pequeña circulación ó circulación pulmonar* á su curso por el segundo círculo. Obsérvese todavía que la grande y la pequeña circulación se efectúan en sentido inverso, por decirlo así, una de otra, si se atiende á la naturaleza de la sangre que corre por los vasos respectivos. Pues en la gran circulación *la sangre arterial está en las arterias y la sangre venosa en las venas;* en la pequeña circulación, al contrario, es *sangre venosa la que pasa á la arteria pulmonar, mientras las venas pulmonares traen al corazón sangre arterial.* Examinemos ahora el modo de circular la sangre en las diversas partes del aparato circulatorio, es decir, en el corazón, las arterias, los vasos capilares y las venas.

1º *Circulación en el corazón* : movimientos y ruidos del corazón. — Siendo en realidad el corazón un músculo hueco por las cuatro cavidades, que se comunican dos á dos, sus paredes se contraen, y estas contracciones empujan la sangre de una aurícula á su correspondiente ventrículo, ó de los ventrículos á las arterias.

Distínguense tres tiempos en las contracciones del corazón :

1er *tiempo* : Contracción de los ventrículos, más larga y más vehemente que la de las aurículas, para lanzar la sangre á las arterias;

2º *tiempo* : Contracción de las aurículas, haciendo pasar la sangre á los ventrículos;

3er *tiempo* : Reposo del corazón, caracterizado por una pausa ó silencio.

Estas contracciones del corazón ó, mejor dicho, juego de válvulas, causan dos ruidos bien distinto

El primer *ruido* es sordo y prolongado, llega á su máximum en el vértice del corazón, y produce el enderezamiento de las válvulas aurículo-ventriculares;

El segundo *ruido*, breve y más seco, llega á su máximum en la base del corazón y es debido al golpetazo de las válvulas sigmóideas, cuyos bordes se pegan para cerrar toda comunicación entre el tronco arterial y el corazón.

Se puede figurar el ritmo de las contracciones cardiacas, á partir de la contracción ventricular, por una imitación musical, á saber una nota blanca, un pequeño silencio, una nota negra y un gran silencio.

Las contracciones de las dos aurículas son simultáneas á las de los ventrículos.

Las poderosas contracciones ventriculares, destinadas á poner la sangre en movimiento, levantan el pecho por el lado izquierdo ó, por lo menos, se dejan sentir detrás de su pared, cuando allí se aplica la mano. Es lo que se llama *latidos* del corazón.

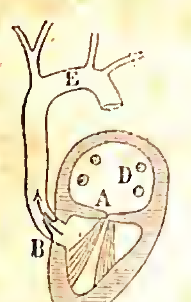


Fig. 39. — *Contracción del ventrículo izquierdo para lanzar la sangre á la aorta E.*

A. Válvula aurículo-ventricular cerrada. — B. Válvulas sigmóideas abiertas. — D. Orificios de las venas pulmonares.

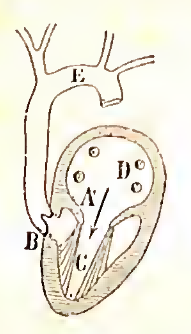


Fig. 40. — *Dilatación del ventrículo izquierdo para recibir la sangre proveniente de la aurícula*

A. Válvula aurículo-ventricular abierta. — B Válvulas sigmóideas cerradas. — C. Fibras musculares contraídas para abrir la valvula A — D. Orificios de las venas pulmonares

Los latidos del corazón deben ser acompasados, de la misma fuerza, de 65 á 75 por minuto en el hombre sano y de 80 á 90 en el niño, en quien el ritmo es más precipitado.

La fiebre acelera los latidos cardiacos y les hace irregulares.

Juego de las válvulas cardiacas. — Las válvulas aurículo-ventriculares se levantan, cerrándose (*fig.* 39) durante la contracción de los ventrículos para lanzar la sangre á las arterias, á

fin de impedir que refluya á la aurícula correspondiente.
De la misma manera, la aorta y la arteria pulmonar, que se dilatan por causa del torrente sanguíneo que acaban de recibir, se retraen en seguida, y las tres válvulas *sigmóideas*, semejantes á nidos de golondrina (*fig.* 40), colocadas en el orificio cardíaco, impiden á la sangre refluir á los ventrículos en el momento en que éstos se dilatan para recibir la sangre que viene de las aurículas por las válvulas aurículo-ventriculares entreabiertas.
La contracción de los ventrículos ha recibido el nombre de *sístole*, y su dilatación el de *diástole*.

2º *Circulación en las arterias.* — En las arterias corre la sangre del centro á la periferia, esto es, del corazón hacia los capilares. Muévese en ellas de un modo continuo, pero con una rapidez que crece á cada contracción del corazón. El fenómeno más notable de la circulación arterial consiste en la dilatación y retraimiento alternativos de las arterias, que coinciden con los movimientos de sístole y diástole del corazón.

Pulso. — La elasticidad de las arterias, al transmitir el choque cardíaco hasta la periferia del cuerpo, es la causa del pulso. El pulso reproduce exactamente, al comprimir con el dedo una arteria, el número y ritmo de las pulsaciones cardíacas. La demasiada frecuencia de las pulsaciones, con elevación de temperatura en el cuerpo, es señal cierta de fiebre. Se toma generalmente el pulso en la muñeca comprimiendo la arteria radial del lado del dedo pulgar.

3º *Circulación en los vasos capilares.* — El movimiento pulsátil que se observa en las arterias cesa completamente en los capilares, donde la circulación es uniforme y mucho más lenta. Basta, para convencerse de ello, examinar con el microscopio la membrana fina y transparente que une entre sí los dedos de las ranas (*fig.* 41). Entonces se ven mover los glóbulos de la sangre en medio de un líquido transparente y pasar unos tras otros, alargándose ó estrechándose cuanto sea necesario, desde las últimas ramificaciones arteriales á la red capilar, cuyos vasos van aumentando poco á poco de volumen. En este paso por los

capilares es, en efecto, donde la sangre arterial se transforma, como ya dijimos, en sangre venosa á consecuencia



Fig. 11. — *Pata de rana; circulación en los capilares de una parte de la membrana interdigital.*

de los fenómenos nutritivos que se realizan en tales vasos y en torno de ellos.

4º *Circulación en las venas.* — La sangre camina en las venas de la periferia al centro, esto es, desde todas las partes del cuerpo hacia el corazón. Su movimiento es, como en los capilares, sensiblemente uniforme : lo que establece una diferencia notoria entre la circulación venosa y la circulación arterial.

La contractilidad de la túnica muscular de las venas, las válvulas de las venas, sobre todo en las venas de los miembros inferiores, dispuestas de tal modo que permiten el curso de la sangre de abajo arriba impidiéndola que por efecto de su peso caiga de arriba abajo, son las principales causas de la progresión de la sangre venosa.

47. Historia de la circulación. — Los antiguos tenian la idea de que la sangre, puesta en movimiento por los latidos del corazón, circulaba solamente por las venas, que la distribuian á las diversas partes del cuerpo. Creian que las arterias eran los canales por donde entraba el aire, y á este error deben su nombre tomado de dos palabras griegas (ἀήρ, aire, y τηρεῖν, guardar). Cien años después de Jesucristo probó Galeno con experimentos hechos en animales vivos, que las arterias son también vasos sanguíneos. Pero sólo mucho más tarde, en 1628, William Harvey, médico del rey de Inglaterra, Carlos Iº, expuso claramente la circulación de la sangre en el corazón, las arterias, los vasos capilares y las venas.

Circulación de la linfa.

48. **Linfa.** — La sangre, al pasar á los vasos capilares, donde su curso se amortigua, abandona glóbulos blancos y parte de su plasma que, atravesando sus paredes, se reparten en los tejidos contiguos, á los cuales llevan sin cesar los elementos de su nutrición, á la vez que se cargan de materiales que deben ser eliminados. El producto de este continuo cambio entre la sangre y la trama orgánica es llamado *linfa*.

La *linfa* es un líquido incoloro, más ó menos transparente, y de una composición análoga á la del plasma sanguíneo. El microscopio descubre en ella gran número de glóbulos blancos ó *células emigrantes*, llamadas también fagocitos. Si se la deja en un vaso, se coagula y se divide, como la sangre, en un coágulo incoloro, formado de una redecilla de fibrina insoluble, que retiene en sus mallas todos los glóbulos blancos, y en un líquido semejante al *suero*.

49. **Circulación linfática.** — La linfa, formada de la parte de la sangre que ha servido para nutrir los órganos, no vuelve á entrar inmediatamente en los vasos sanguíneos; es de nuevo tomada por un sistema de vasos, llamados, *vasos linfáticos*, por los cuales circula con lentitud antes de volver á la masa común de la sangre. Dichos vasos (*fig. 42*) son finísimos; los más gruesos no pasan de uno ó dos milímetros de diámetro. En los diversos puntos de su recorrido, los vasos linfáticos penetran y se ramifican en pequeños órganos especiales, verdaderos laboratorios para la producción de los glóbulos blancos, llamados *ganglios linfáticos*. Estos ganglios son muy numerosos en ciertas regiones

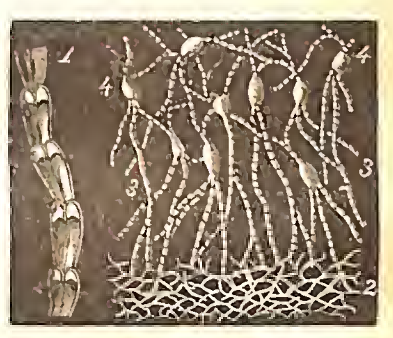


Fig. 42. — *Vasos y ganglios linfáticos.*
1. Vaso linfático abierto y aumentado para ver la disposición de sus válvulas. — 2. Redecilla linfática. — 3-3. Vasos linfáticos. — 4-4. Ganglios linfáticos.

del cuerpo, particularmente en el cuello, sobacos, etc. Se inflaman fácilmente, formando entonces bolas tan grandes como una habichuela ó una almendra, y se las siente deslizarse bajo el dedo á través de la piel. Cuando alcanzan un grado muy avanzado, sobre todo en los individuos predispuestos á la tuberculosis, llegan á ser asiento de escrófulas que supuran durante largo tiempo, difíciles de curar, llamadas antiguamente *lamparones*.

La estructura de los vasos linfáticos recuerda la de las venas. Igual que éstas, están guarnecidos de válvulas, dispuestas pareadamente y colocadas de modo que faciliten el paso de la linfa á las glándulas y no permitan su retroceso. El emplazamiento de las válvulas está señalado por un pequeño estrechamiento del vaso. La linfa es depositada en los vasos linfáticos por el acceso continuo de nuevo plasma, trasudando desde los vasos sanguíneos á las lagunas del tejido celular.

Los vasos linfáticos nacen en el seno de los órganos, siendo capilares más gruesos que los capilares sanguíneos y anastomosados entre sí de manera que forman redecillas en las cuales penetra la linfa por endósmosis. Así formados, todos los vasos linfáticos de la parte del cuerpo situada bajo el diafragma (miembros inferiores y abdomen), y de la mitad izquierda de encima, desembocan en el canal torácico (*fig.* 26), en donde la linfa que ellos acarrean se junta con el quilo proveniente de la digestión, para lanzarse luego, como hemos dicho más arriba (38), por la vena subclavia izquierda. Los otros vasos linfáticos, esto es, aquellos de la mitad derecha del cuerpo situada encima del diafragma (lado izquierdo de la cabeza, cuello, pecho y brazo derecho), se reunen en un vaso común llamado *gran vena linfática*, de dos ó tres centímetros de largo, que desemboca en la vena subclavia derecha.

Recordaremos que los glóbulos blancos, llamados también células emigrantes ó fagocitos, son los defensores del organismo contra los gérmenes patógenos, de los cuales se rodean, terminando frecuentemente por digerirlos. (METCHNIKOFF).

Los vasos linfáticos son los principales órganos de absorción de los líquidos medicinales inyectados bajo la piel por medio de la jeringa de Pravaz. Pueden también absorber productos sépticos en las llagas, grandes ó

pequeñas, y llevarlos à los ganglios, los cuales se hinchan y supuran, si no ha podido ser destruido el mal germen.

SUPLEMENTO AL ESTUDIO DE LA SANGRE Y DE LA CIRCULACIÓN

Hematimetria. — Espectro de absorcion de la hemoglobina. — Gas de la sangre. — Presion y velocidad de la sangre. — Inervacion del corazón. — Nervios vaso-motores. Cardiografía. — Esfigmografo.

50. Hematimetría. — Véase prácticamente el número de glóbulos de la sangre :

1º Prepárase un suero artificial, compuesto de una disolución de sulfato de sodio al 1 por 100;

2º Se pincha el dedo de la persona cuya sangre se desea examinar, y se aspira un milímetro cúbico de sangre, valiéndose para ello de un tubito à propósito, de extremidad capilar;

3º Se mezcla esta sangre con 1000 milímetros cúbicos ó 1 centímetro cúbico de suero artificial;

4º En un vidrio de microscopio, ahondado en su centro con una cubeta de una quinta parte de milímetro de profundidad (*célula de Hayem*, B, *fig*. 43), se deja caer una gota de la mezcla, y se cubre con una laminita de cristal (A);

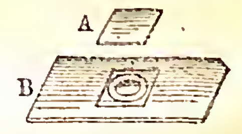


Fig. 43. — *Hematímetro.* B. Célula de Hayem. — A. Laminita.

5º Para el examen microscópico se hace uso de un ocular especial que permita ver á través de un vidrio, en el cual hay grabado un cuadrado de una quinta parte de milímetro por cada lado y dividido en seis pequeños cuadrados iguales;

6º Se suman los glóbulos rojos contenidos en cada uno de los seis cuadrados. Su total es el número de glóbulos que encierra la quinta parte del milímetro cúbico. Supongamos que se han contado 40 glóbulos rojos. Luego el número de glóbulos contenidos en un milímetro cúbico de sangre pura será de $40 \times 125 \times 1\,000 = 5\,000\,000$.

Recordaremos que los glóbulos blancos están en la proporción de 1 por 500 glóbulos rojos.

51. Espectro de absorción de la hemoglobina. — La hemoglobina es la materia colorante roja de los *hematos* ó glóbulos sanguíneos. Absorbe en los pulmones el oxígeno del aire transformándolo en *oxihemoglobina*, y la transporta á los tejidos. Se la puede obtener cristalizada en finas sortijas prismáticas de hermoso color rojo.

Un rayo de luz, al atravesar una disolución muy diluída de sangre arterial y pasando á través del prisma de un espectroscopio, produce dos sombrías bandas ó fajas de absorción (*fig.* 41) entre las líneas D y E del espectro solar normal (véase *Física*, p. 560). Mas si se desoxigena esta sangre por medio del hierro reducido ó del cloruro de estaño, las dos bandas de absorción se fusionan en una sola.

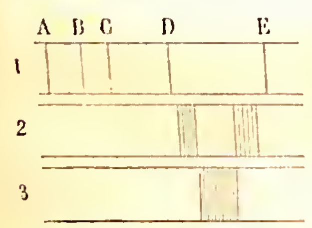


Fig. 41. — *Espectro de absorción de la hemoglobina.*

1. Rayas normales del espectro. — 2. Bandas de absorción de la hemoglobina normal. — 3. Banda única de absorción de la hemoglobina desoxigenada.

El óxido de carbono envenena, porque arroja el oxígeno de la oxihemoglobina y, en su lugar, forma hemoglobina oxicarbonada. El espectro de esta hemoglobina presenta dos bandas de absorción análogas á las de la oxihemoglobina; pero este espectro no cambia por la acción de un cuerpo reductor ávido de oxígeno. Este es un carácter diferencial de mucha importancia, utilizado por la medicina legal para descubrir los envenenamientos causados por el óxido de carbono.

52. Gas de la sangre. — Cuando sobre una masa de cien centímetros cúbicos de sangre se hace el vacío por medio de una bomba de mercurio, los gases que allí se encuentran, bien en estado de disolución ó de combinación, se desprenden, y se obtienen en diferentes proporciones, según que la sangre sea arterial ó venosa.

		MASA GASEOSA	Az	O	CO^2
100 cent. cúbicos.	Sangre arterial.	67 cmc.	2	20	45
	Sangre venosa.	67 cmc.	2	12	53

Se ve claramente por la precedente tabla que la sangre venosa difiere principalmente de la sangre arterial por una menor proporción de oxígeno y por un notable aumento de ácido carbónico.

El oxígeno se fija en los hematos ó glóbulos rojos para formar la oxihemoglobina; el ácido carbónico encuéntrase disuelto ó más bien en estado de combinación en los carbonatos y bicarbonatos de sodio disueltos en el plasma.

53. **Velocidad de la sangre** — Siendo por término medio cinco litros la cantidad de la sangre en el cuerpo humano, y siendo de ciento cincuenta centímetros cúbicos la capacidad del ventrículo izquierdo, de aquí resulta que un glóbulo sanguíneo tarde desde el ventrículo izquierdo, de donde sale, hasta volver á él $\frac{5\,000}{150 \times 60} = 30$ segundos.

Un glóbulo sanguíneo tarda, pues, en recorrer las redes de la grande y pequeña circulación 30 segundos, y se calculan en 60 por minuto los latidos que da el corazón.

54. **Inervación del corazón y de los vasos.** — El corazón recibe por cada lado filamentos nerviosos del nervio pneumogástrico y del nervio gran simpático. Los ramos del pneumogástrico son moderadores de los latidos del corazón, y los del gran simpático son los aceleradores.

El ritmo perfecto de los latidos del corazón depende, pues, de la coordinación ó armonía entre los nervios moderador y acelerador.

Arrancado del cuerpo vivo de una rana ó de un pez el corazón y puesto sobre una mesa, continúa latiendo todavía bastante tiempo. Esto es debido á que el corazón tiene en su tejido nervios que le son propios y le permiten funcionar durante cierto tiempo independientemente de los nervios pneumogástricos y del gran simpático.

Nervios vaso-motores. — La acción del sistema nervioso sobre los vasos sanguíneos en general, y sobre los vasos capilares en particular, ha sido demostrada por memorables experimentos de Claudio Bernard. Habiendo este eminente fisiólogo cortado en un conejo el nervio gran simpático en la región del cuello, por encima del ganglio cervical superior de este nervio, vió que se enrojecía la oreja del animal por efecto de la excesiva dilatación de los vasos capilares y que su temperatura aumentaba. La excitación eléctrica del cabo periférico del nervio cortado producía, por el contrario, un marcado estrechamiento de los vasos, palidez de la oreja y una descensión de temperatura. Claudio Bernard dedujo de ello que existían nervios *vaso-contractores* dependientes del gran simpático y procedentes, en todas las regiones del cuerpo, de las dos cadenas de ganglios del referido nervio.

En un segundo experimento, después de haber cortado la *cuerda del tímpano*, ramo del nervio facial, vió Claudio Bernard que, excitando el cabo periférico del indicado nervio, los vasos capilares de la glándula salival submaxilar se dilataba considerablemente, llegando á ser muy abundante su secreción. De ello dedujo que, al lado de los nervios vaso-contractores, existían nervios *vaso-dilatadores*, y á estos conjuntos de nervios les llamó *vaso-motores*.

El papel de los nervios vaso-motores es importante respecto al equilibrio regulador de la circulación y al sostenimiento de la salud. Si ocasionan el estrechamiento de los vasos en la superficie de la piel, como sucede bajo la influencia del frío, los órganos internos se congestionan; si, por el contrario, se dilatan, si la piel se enrojece, por ejemplo á causa de aplicar harina de mostaza, los órganos internos tienden á descongestionarse.

55. Estudio gráfico del corazón y las arterias. Cardiógrafo. — La *cardiografía*, inventada por Marey, fisiólogo francés, tiene por objeto dar el diagrama de las contracciones del corazón. Describiremos solamente su principio. Dos tambores ó ampollas de caucho (A y B) (*fig.* 45) comunícanse por un largo tubo (T) de la misma materia. Una de las ampollas (*ampolla exploradora*) se coloca en el interior de las costillas sobre el corazón, puesto al descubierto en un animal vivo previamente anestesiado, ó

se la introduce en una aurícula ó ventrículo. La otra ampolla (*ampolla receptora*) sube á una palanca terminada en un estilete (S), el cual va á apoyarse en un papel recubierto

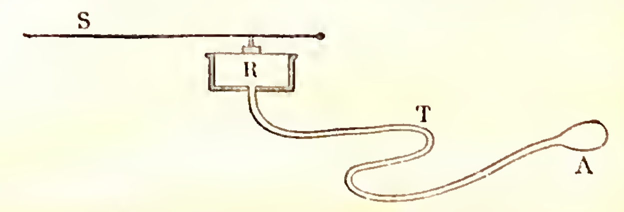


Fig. 45. *Ampolla y tambor cardiógrafos de Marey.*
A. Ampolla. — R. Tambor — T. Tubo de caucho. — S. Estilete.

de negro de humo y arrollado á un cilindro que gira uniformemente.

Por medio de los tres cardiógrafos (*fig.* 46) introducidos al mismo tiempo, uno en una aurícula, otro en un ventrículo, y el tercero apoyado sobre el vértice del corazón, se

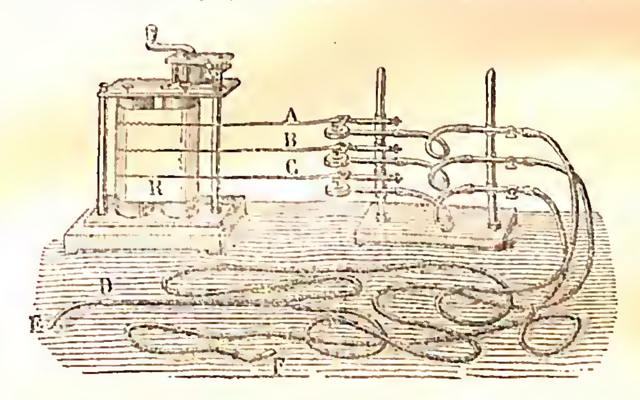


Fig. 46. *Tres cardiógrafos asociados para el estudio de las funciones del corazón*
A. B. C. Estiletes. — E. D. F. Ampollas. — R. Cilindro registrador.

pueden obtener y comparar tres trazados simultáneos de las diversas contracciones.

Esfigmógrafo. — Este delicado aparato, igualmente

inventado por Marey, es destinado á registrar gráficamente las pulsaciones.

El *esfigmógrafo* se compone esencialmente (*fig.* 47) de

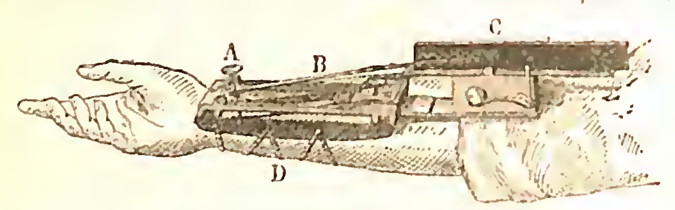


Fig. 47. *Esfigmógrafo de Marey.*

A. Tornillo de presion para apoyar el resorte sobre la arteria. — B. Estilete. — C. Papel ennegrecido. — D. Ligadura.

un resorte de acero que se aplica sobre una arteria (generalmente sobre la radial) por medio de una ligadura (D), el cual se comunica con una palanca (B) que inscribe en un papel (C), recubierto de negro de humo y moviéndose

Fig. 48. *Trazado esfigmógrafo.*

uniformemente, las pulsaciones amplificadas de la arteria (*fig.* 48).

56. Desarrollo del aparato circulatorio. — El embrión humano, y como éste el de los mamíferos en general, comienza por mostrar, como primer vestigio de aparato circulatorio, *arcos aórticos* análogos á los que definitivamente existen en los peces. Tales arcos se transforman en carótidas, aorta y arteria pulmonar. Como los peces, el embrión tiene al principio un corazón con dos cavidades que se tabican después formando cuatro habitáculos distintos. Se ve, pues, en el embrión de los mamíferos reproducirse, aunque de manera transitoria, los estados definitivos propios de los vertebrados inferiores. Ya veremos que ocurre lo mismo respecto al aparato respiratorio y al sistema nervioso

RESUMEN

I. La *sangre* ó *fluido nutricio* es el líquido que sostiene la vida de los órganos y suministra á los tejidos los materiales para su formación. Se compone esencialmente de un líquido fibrino-albuminoso (*plasma*), que lleva en suspensión multitud de corpúsculos rojizos, llamados *glóbulos rojos* ó *sanguíneos*, y cierta cantidad de corpúsculos incoloros, denominados *glóbulos blancos* ó *linfáticos*.

II. Los *glóbulos rojos* ó *sanguíneos* están formados por una materia albuminosa unida ó combinada con una materia colorante, llamada *hemoglobina*, que contiene una pequeña proporción de hierro. Los glóbulos blancos ó *leucocitos*, mayores y menos numerosos que los rojos, son idénticos á los que se encuentran en el quilo y la linfa.

III. Los glóbulos rojos, fabricados por el bazo y la médula de los huesos, son los vehículos del oxígeno en el organismo. Los glóbulos blancos, animados de movimientos amiboideos, son los purificadores de la sangre, limpiándola de los despojos de los glóbulos rojos, de las bacterias ó de otras impurezas que pueda haber (Fagocitosis de Metchnikoff).

IV. Se cuentan millones de glóbulos rojos por milímetro cúbico de sangre. Los glóbulos blancos están en la proporción de 1 por 300 de glóbulos rojos.

V. Los glóbulos blancos pueden, alargándose, atravesar las finas paredes de los vasos capilares y viajar por los intersticios ó lagunas del tejido celular. Por esta razón, se les llama *células emigrantes*.

VI. La sangre, extraída de un animal vivo y abandonada á sí misma, se separa luego en dos partes : una líquida, amarillenta y transparente, y la otra sólida, opaca, de subido color rojo, teniendo la consistencia de la jalea. Este fenómeno se llama *coagulación de la sangre*.

VII. La *parte líquida* ó *suero* es alcalina y está compuesta de agua conteniendo en disolución albúmina y diversas sales á base de sodio (carbonatos y cloruro de sodio). El suero se diferencia del plasma por la ausencia de fibrina. La *parte sólida* ó *coágulo* está constituida por una trama de fibrina coagulada que aprisiona en una redecilla los glóbulos sanguíneos.

VIII. La *circulación* es una función fisiológica cuyo objeto es el trasporte continuo de la sangre, merced al impulso de los latidos cardíacos, desde el aparato respiratorio á todos los órganos del cuerpo, y el retorno de la misma desde estos órganos al aparato de la respiración

IX. La sangre que va desde el aparato respiratorio á los órganos, es *sangre roja* bermeja: la que vuelve de los órganos que ha nutrido al aparato respiratorio, es *sangre negruzca* o violácea.

X. El *aparato circulatorio* en el hombre se compone de *corazón, arterias, venas* y *vasos capilares*.

XI. El *corazón* es una bolsa musculosa que ofrece cuatro cavidades: *dos aurículas* y *dos ventrículos*. Las *arterias* llevan la sangre del corazón á todas las partes del cuerpo; las *venas* la vuelven al corazon. Los *capilares* son vasos muy delgados que ponen en comunicacion directamente á las arterias con las venas.

XII. La circulación de la sangre en el hombre presenta las cuatro siguientes fases:

1° La sangre venosa que ha nutrido los organos torna por las venas cavas, inferior y superior, á la aurícula derecha del corazón;

2° De la aurícula derecha pasa al ventrículo derecho, el cual, al contraerse, la empuja á la arteria pulmonar;

3° Al llegar á los pulmones, se transforma en sangre arterial, y por las venas pulmonares vuelve á la aurícula izquierda;

4° De la aurícula izquierda pasa al ventrículo izquierdo, el cual la impele á la aorta y desde allí á todo el sistema arterial hasta los capilares, desde donde retorna al corazón por las venas, y asi sucesivamente.

XIII. Como anexo al aparato circulatorio propiamente dicho, se halla el sistema linfático, compuesto de *vasos quilíferos*, de *vasos* y *ganglios linfáticos*, por los cuales circula el *quilo* y la *linfa*.

XIV. La *linfa* viene á ser como sangre blanca, formada de plasma y glóbulos blancos trasudados por las paredes de los vasos capilares sanguíneos.

XV. Los ganglios linfáticos fabrican glóbulos blancos.

XVI. Los glóbulos blancos ó fagocitos defienden el organismo de los gérmenes patógenos apoderándose de ellos y digiriéndolos.

XVII. Los vasos linfáticos de la parte inferior del cuerpo (abajo del diafragma) y los de la mitad superior derecha se extienden por el canal torácico; su linfa se mezcla allí con el quilo y se dirige á la vena subclavia izquierda. Los vasos linfá-

ticos de la mitad superior derecha del cuerpo se reunen en una *gran vena linfática*, corto vaso que desemboca en la vena subclavia derecha.

CAPÍTULO V

REGENERACIÓN DE LA SANGRE POR LA RESPIRACIÓN

De la respiración en general. — Aparato respiratorio del hombre. — Pulmones. — Tórax. — Fenómenos mecánicos y físicos de la respiración. — Fenomenos químicos de la respiración. — Respiración de los tejidos. — Asfixia. — La laringe y la voz.

De la respiración en general.

57. Respiración; sus diferentes modos en la serie animal. — Hemos visto que la sangre arterial se transforma dentro del organismo en sangre venosa, haciéndose impropia para el sostenimiento de la vida; mas al contacto del aire, absorbiendo oxígeno, vuelve al estado de sangre arterial tornando á tomar sus propiedades vivificantes.

La respiración es la función orgánica que tiene por fin operar esta transformación de la sangre venosa en arterial.

Esta función constituye uno de los fenómenos más generales de la naturaleza viviente. Todos los animales y todos los vegetales, sin excepción, tienen para existir necesidad de la influencia del aire atmosférico. Ninguno de ellos puede vivir en un medio que completamente carezca de este aire. Los Peces, que viven en el seno de las aguas, respiran por medio del aire que tiene en disolución el líquido en que están.

Respecto á los animales inferiores, los Pólipos, las Medusas, las Sanguijuelas, por ejemplo, la respiración es *cutánea*. Se verifica á través del tegumento, bajo la epidermis, cuya sangre experimenta la influencia del aire

ambiente ó disuelto en el agua. En este caso la piel sirve de *membrana respiratoria.*

En los ánimales acuáticos de orden más elevado, la membrana respiratoria se repliega, para multiplicar la superficie en muy numerosas eminencias filamentosas llamadas *Branquias*. Un elemento branquial está esencialmente compuesto de una especie de alfiletero epitelial que sale al exterior, en cuya substancia intersticial está hundida un asa capilar, donde la sangre venosa se trueca en arterial por endósmosis del aire disuelto en el agua (*fig.* 49).

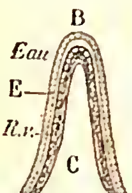


Fig. 49. — *Branquia teórica.* — E. Epitelio. — *R.v.* Redecilla vascular. — C. Tejido celular intersticial.

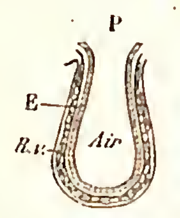


Fig. 50. — P. *Fondo pulmonar teórico.* — E. Epitelio. — *R.v.* Redecilla vascular.

Cuando los animales son aéreos, la membrana respiratoria, en vez de constituir protuberancias, se hunde en los tegumentos para allí formar, bien sea tubos, bien uno ó dos sacos multiloculares llamados *Tráqueas* y *Pulmones* (*fig.* 50).

Aparato respiratorio del Hombre y de los Mamíferos.

58. Órganos de la respiración : pulmones y tórax. — En el *hombre*, el aparato respiratorio se compone esencialmente :

1º De los *pulmones*, destinados á recibir el aire atmosférico;

2º Del *tórax*, cavidad donde se alojan los pulmones.

Pulmones.

59. Pulmones — Los *pulmones* (*fig.* 51) son dos órganos célulo-vasculares situados en la cavidad torácica delante de la columna vertebral y detrás del esternón. El pulmón derecho está dividido en tres lóbulos; el pulmón izquierdo, menos voluminoso por dejar sitio al corazón, está dividido en dos lóbulos solamente.

La parte por donde los bronquios ó los grandes vasos penetran ó salen de cada pulmón, se llama el *hilo*. Estos vasos son: la arteria y las dos venas pulmonares; la arteria y la vena bronquiales, encargadas de llevar y traer la sangre necesaria á la nutrición del tejido pulmonar; los vasos linfáticos, á los cuales se agregan los filamentos nerviosos del gran simpático y del pneumogástrico, englobado todo en una acumulación de tejido conjuntivo.

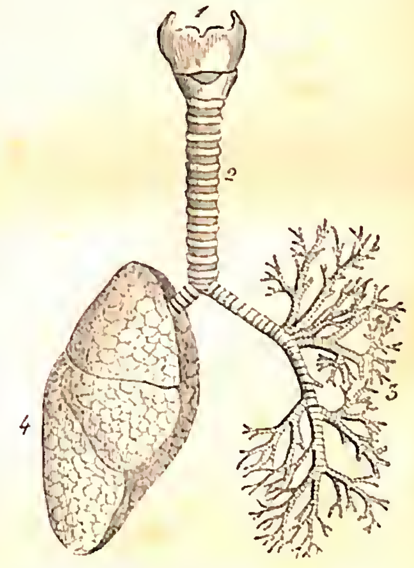


Fig. 51. — *Traquearteria y pulmones del hombre.*

1. Laringe. — 2. Traquearteria. — 3. Bronquios. — 4. Pulmón derecho.

Los pulmones se comunican con el aire exterior por la boca y las fosas nasales, por medio de un conducto llamado *traquearteria*. Este conducto desciende á lo largo del cuello, delante del esófago, y penetra en el tórax. Está formado por una serie de anillos cartilaginosos interrumpidos por detrás y unidos entre sí por una membrana fibrosa y tapizados interiormente por una segunda membrana mucosa. Tales anillos cartilaginosos son muy elásticos, y tienen por objeto oponerse á que el conducto aéreo se aplaste ó junte sus paredes.

La *traquearteria* continúa por la parte superior hasta la *laringe*, que es el órgano de la voz. Por la parte inferior se divide en dos tubos ó cañones, cada uno de los cuales va á un pulmón, y son denominados *grandes bronquios* ó *bronquios primarios*. Apenas entran en los pulmones, se bifurcan en considerable multitud de ramificaciones más ó menos pequeñas, designadas con el nombre de *bronquios terciarios ó bronquiolos*, terminando cada uno de

ellos en un ligero abultamiento, llamado *lóbulo pulmonar*.

Los anillos cartilaginosos son completos en los grandes bronquios, después de los cuales se van adelgazando cada vez más, terminando por desaparecer en los bronquiolos, los cuales no están formados más que de una envoltura fibrosa con algunas fibras musculares.

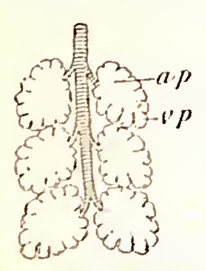


Fig. 52. — *Lóbulo pulmonar*.

ap Alvéolo pulmonar, suspendido de una extremidad bronquial. — *vp*. Vesículas pulmonares.

La mucosa de los bronquios y de la tráquea, cruzada por numerosas glándulas de moco, está tapizada de un epitelio cilíndrico con pestañas vibrátiles, cuyos movimientos de abajo arriba tienden á favorecer la expulsión del polvo y cuerpos extraños inspirados con el aire atmosférico.

Los lóbulos pulmonares (*fig.* 52) están constituidos por muchos *alvéolos*, cada uno de los cuales recibe una ramificación bronquial. Tales alvéolos están divididos, por tabiques incompletos, en diversas cavidades minúsculas, llamadas *vesículas pulmonares* (*fig.* 53), constituidas por una finísima membrana mucosa, recubierta interiormente por un epitelio pavimentoso extremadamente delgado. Las vesículas están encerradas en una redecilla capilar, compuesta de los últimos ramitos de la arteria pulmonar y de las primeras raicecillas de las venas pulmonares.

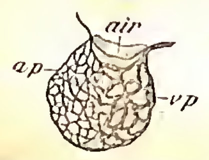


Fig. 53. — *Vesícula pulmonar, muy aumentada*.

a p. Ramificaciones terminales de la arteria pulmonar. — *v p*. Ramificaciones iniciales de las venas pulmonares.

La superficie de los pulmones, lisa y convexa, de color rosáceo, está amoldada á la cavidad torácica. Divídese en numerosísimas superficies polígonas, limitadas por líneas negruzcas, formadas de polvo carbonoso que ha penetrado en estos órganos con el aire atmosférico. Cada uno de estos pequeños polígonos constituye la base de un lóbulo pulmonar.

Cada uno de los pulmones está recubierto por una membrana serosa independiente, llamada *pleura*. Cada pleura

comprende dos hojas que, una sobre otra, se deslizan para favorecer los movimientos de los pulmones durante la respiración. La hoja *visceral* se adhiere fuertemente; la hoja *parietal* tapiza la superficie interna de la cavidad torácica. La región media comprendida entre las dos pleuras, se designa con el nombre de *Mediastino.*

Tórax.

60. Tórax. — Así se llama la cavidad en que están alojados los pulmones y el corazón. Es una caja de forma cónica

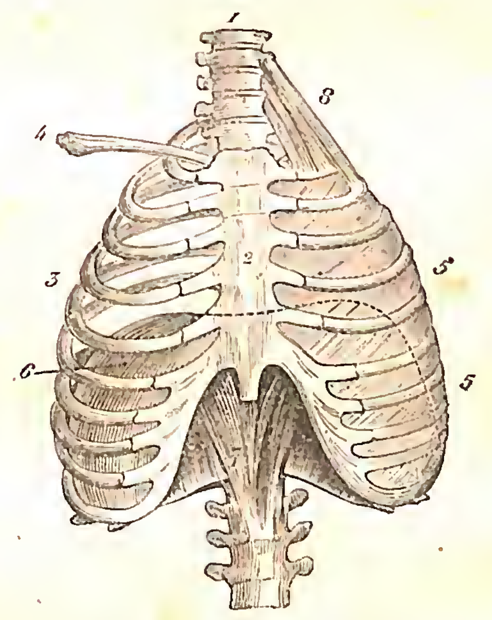


Fig. 54. — *Tórax del hombre.*

1. Columna vertebral. — 2. Esternón. — 3. Costillas. — 4. Clavícula derecha. — 5-5. Músculos intercostales. — 6. Diafragma. — 7. Pilares del diafragma. — 8. Músculos escalenos ó elevadores de las dos primeras costillas.

(*fig.* 54), cuyo vértice se dirige hacia el cuello y la base hacia el abdomen. Viene á representar una especie de jaula huesosa, cerrada atrás por la columna vertebral, adelante por el esternón, y á los lados por las costillas.

Llenan los espacios que dejan entre sí las últimas, los músculos que se extienden de una á otra y se llaman por esto *músculos intercostales*.

La parte superior del tórax presenta una abertura por donde penetran en su cavidad el esófago y la traquearteria juntamente con nervios y vasos importantes. Por la parte inferior el tórax se cierra y se separa de la cavidad abdominal por una especie de tabique carnoso ó músculo plano, llamado *diafragma*. En su estado de reposo forma este músculo una especie de bóveda considerable que sube hacia el interior del pecho y desaparece en parte cuando el diafragma se contrae.

El tórax da todavía inserción á gran número de músculos, tales como los escalenos, pectorales, grandes y pequeños dentellados, rectos y oblicuos del abdomen, etc., cuyas contracciones juegan un importante papel en el mecanismo de la respiración.

Fenómenos mecánicos y físicos de la respiración.

61. Fenómenos mecánicos y físicos de la respiración. — Estos fenómenos tienen por objeto determinar la entrada y salida alternativas del aire en los pulmones. Comprenden, por lo tanto, dos movimientos opuestos, uno de *inspiración*, y otro de *espiración*, completamente análogos á los de un fuelle, salvo la diferencia de que en los pulmones la introducción y la expulsión del aire tienen lugar por un mismo conducto.

Inspiración. — La *inspiración* es el resultado de la dilatación del pecho. Bajo el influjo de una sensación interna, que provoca la necesidad de respirar, la cavidad del tórax se ensancha hacia todos lados. El aire contenido en las vesículas pulmonares, que se dilata á su vez inmediatamente siguiendo el desarrollo del pulmón, se enrarece y deja de estar en equilibrio de presión con el aire exterior. Éste, cuya tensión es mayor, se precipita entonces en el pecho á través de la boca, las fosas nasales, la traquearteria y los bronquios.

El mecanismo por que se opera esta dilatación del pecho es fácil de comprender :

1º Al contraerse el músculo diafragma, agranda, por

efecto de la disminución de su curvatura (que en parte desaparece la base del tórax, y empuja hacia abajo y hacia adelante las vísceras abdominales, lo cual explica porqué durante la inspiración se lavanta la pared superior del vientre.

2º Los músculos intercostales separan las costillas haciéndolas ejecutar un ligero movimiento de rotación hacia afuera, aumentando así el diámetro transversal del pecho.

3º Los músculos escalenos, al levantar las primeras costillas, empujan hacia adelante al esternón, ensanchando de este modo el diámetro del tórax de atrás á adelante.

Este aumento de los tres diámetros del tórax da lugar á tres diferentes tipos respiratorios, según sea el predominante. La respiración es *abdominal ó diafragmática* en el niño; *torácica inferior* en el hombre, y *torácica superior* en la mujer.

Espiración. — La *espiración* tiene por objeto expulsar el aire que ha servido ya para devolver á la sangre sus propiedades vivificadoras. Tan pronto como cesan las contracciones musculares, que producían la dilatación del tórax, bajan el esternón y las costillas, se relaja el diafragma, y recobra su curvatura natural. En virtud de su elasticidad los pulmones se retraen y vuelven sobre sí mismos; resulta, pues, una compresión y con ella la salida del aire que llenaba en parte las vesículas pulmonares.

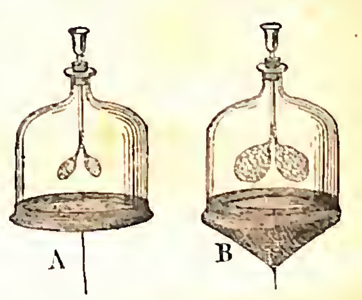


Fig. 55. Fig. 56.
Mecanismo de la respiración.
A. Espiración. — B. Inspiración.

Si la inspiración es un fenómeno esencial activo, la espiración, por el contrario, es pasivo y debido únicamente al relajamiento de la contracción de los músculos inspiradores. Sin embargo, en las espiraciones forzadas, algunos músculos abdominales y lumbares, insertos en las costillas, intervienen para que se bajen violentamente y de este modo reducir á lo mínimo la caja torácica.

Si la inspiración, debida á un esfuerzo muscular, se hace lentamente, la espiración, por el contrario, es brusca.

Con el siguiente experimento se demuestra la manera de penetrar el aire en los pulmones. Sea una campana de cristal (*fig.* 55) transparente, cerrada por la parte de abajo con una membrana de caucho, en cuya mitad se halla fijo un fuerte cordón. La boca ó cuello de esta campana se tapa con un tapón de caucho atravesado por un tubo de cristal. A la extremidad inferior de este tubo, se habrán fijado anteriormente la tráquea y los pulmones de un conejo recién muerto.

Tirando del cordón, se baja la membrana de caucho, agrandando de este modo la cavidad de la campana, y se ve entonces que los pulmones del conejo se inflan ó llenan en seguida (*fig.* 56) á causa del llamamiento del aire determinado por el aumento de volumen del espacio ó capacidad de la campana y del relativo vacío que se ha producido.

Si se suelta el cordón, la membrana elástica se retrae, la capacidad de la campana vuelve á ser la primitiva, y por la misma causa se desinflan rápidamente los pulmones.

El número de movimientos respiratorios varía en el hombre, según los individuos y según la edad. En el adulto se cuentan, por regla general, de quince á diez y ocho por minuto; en el niño son más frecuentes. La cantidad de aire que entra y sale en los pulmones del adulto á cada movimiento respiratorio es, poco más ó menos, de medio litro, de suerte que son necesarios de doce á quince metros cúbicos de aire puro para mantener la respiración del hombre durante veinticuatro horas.

El suspiro, el bostezo, la risa y el llanto son modificaciones sólo de los movimientos respiratorios relacionadas con ciertos estados del alma y del sistema nervioso

Se designa con el nombre de *capacidad respiratoria* la cantidad de aire que se puede introducir en los pulmones con una inspiración profunda. Esta cantidad suele ser de unos tres litros y medio.

Después de una espiración prolongada, todavía queda en los pulmones un *residuo* de aire inexpugnable, apreciado en litro y medio. La capacidad total de los pulmones, llamada *capacidad vital*, es, pues, de unos cinco litros.

Ruidos respiratorios. — Si durante la inspiración se aplica

el oído contra el pecho, ó bien contra la espalda de una persona sana, escúchase al principio un silbido prolongado (*silbido bronquial*) más ó menos suave, debido al paso del aire en las vías aéreas superiores; después, un ligerísimo ruido, muy imperceptible, originado por el desplegamiento de las vesículas pulmonares á causa del aire inspirado. La espiración está caracterizada por un soplo más brusco y más corto que el soplo bronquial.

El médico, al auscultar á los enfermos, busca en las diversas alteraciones de estos ruidos normales los signos característicos de diferentes afecciones pulmonares y el grado de su desarrollo.

La *percusión*, que consiste en golpear con los dedos de la mano derecha el índice de la izquierda fuertemente apoyado sobre el tórax, tiene por objeto comprobar la sonoridad ó falta de sonoridad total ó parcial de la caja torácica, correspondiente al estado normal ó, por el contrario, á la induración de los pulmones ó á un derramamiento pleural.

62. Influjo del sistema nervioso en la respiración — El centro nervioso de los movimientos respiratorios se encuentra en el bulbo, sobre la tabla del 4º ventrículo (véase cap. XII, *Fisiología del bulbo*), en el nacimiento de los nervios pneumogástricos y nervios frénicos, cerca de la punta del *calamus scriptorius*. La menor herida ó punzada en esta limitadísima región, llamada por Flourens *nudo vital*, determina súbitamente la muerte por paralización del corazón en diástole y suspensión de los movimientos respiratorios. Así se matan los conejos con un violento golpe en la nuca y los patos metiéndoles un alfiler por detrás de la cabeza.

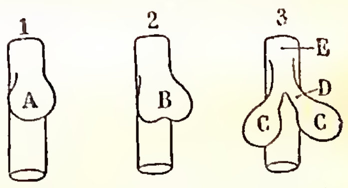


Fig. 57. — *Desarrollo del aparato respiratorio*

1, 2, 3. Esófago. — A. B. Venas pulmonares. — E Tráquea. — D. Bronquios. — C. C. Pulmones.

La acción del aire sobre la mucosa de las vías respiratorias es trasmitida al nudo vital por los nervios pneumo-gástricos, de donde se refleja en los nervios frénicos é intercostales que dirigen los movimientos de la inspiración.

63. Desarrollo del aparato respiratorio. — El aparato respiratorio se desarrolla en el embrión á expensas de la faringe. Al principio es una yema de este conducto, la cual forma una pequeña ampolla en la pared anterior (A) *fig.* 57). Esta ampolla se divide después en dos sacos secundarios (B), á medida que se desarrolla. Más tarde presenta una parte oblonga en su nacimiento (E), destinada á constituir la tráquea, y esta pequeña tráquea se divide en dos bronquios (D), cada uno de los cuales penetra en un saco pulmonar (C) que se pliega cada vez más.

Los pulmones en su progresivo desarrollo pueden ser comparados á la vejiga natatoria de los Peces, á los pulmones de largas células de los Batracios y de los Reptiles, hasta llegar á los pulmones finamente plegados de los Mamíferos. Reproducen en su evolución todos los tipos existentes en la escala zoológica. Ya hemos visto esta repetición, en el embrión, de tipos orgánicos definitivos propios de los vertebrados inferiores, al tratar del desarrollo del aparato circulatorio

Fenómenos químicos de la respiración.

64. Fenómenos químicos de la respiración. — Se entiende por *fenómenos químicos* de la respiración las alteraciones ó cambios químicos que experimentan el aire y la sangre que la respiración pone en contacto en los pulmones.

El aire que penetra á cada inspiración en las vesículas pulmonares y la sangre que al mismo tiempo conduce la arteria pulmonar, no se ponen en contacto inmediato: los dos fluídos están separados uno de otro por la finísima membrana que constituye las paredes de las vesículas y de los vasos capilares en que la sangre circula. Las acciones químicas de que vamos á tratar, se verifican, pues, por endósmosis. Estas acciones son de dos órdenes: las unas se refieren á las modificaciones sufridas por el aire inspirado; las otras á las modificaciones experimentadas por la sangre.

1º Modificaciones químicas sufridas por el aire inspirado. — Sabemos que el aire atmosférico está compuesto, en términos generales, próximamente de 21 partes de oxígeno, 79 de nitrógeno y de una muy pequeña de gas

carbónico. Ahora bien: el fenómeno más notable de la respiración *consiste en la absorción de cierta cantidad de oxígeno y en la exhalación de una cantidad, próximamente igual, de gas carbónico.* Así, en cada inspiración, el hombre y los animales despojan al aire de una parte de su oxígeno y se la devuelven substituida por anhidrido carbónico. El descubrimiento de este hecho se debe á Lavoisier.

De dos maneras se demuestra esta salida de gas carbó-



Fig. 58. — *Demostración de la presencia del gas carbónico en el aire espirado por insuflación en agua de cal.*

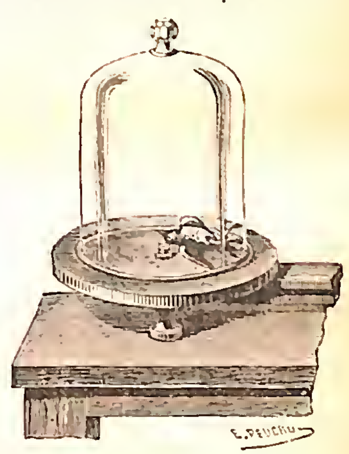


Fig. 59. — *Pájaro muerto bajo una campana donde el aire no se ha renovado.*

nico en el aire espirado: 1º soplando por medio de un tubo en una copa de cristal que contenga agua de cal, limpia (*fig.* 58), la cual se enturbia en seguida por la formación de carbonato de calcio insoluble; 2º poniendo un pájaro bajo una campana (*fig.* 59). Después de cierto tiempo, se le ve agitarse, caer y morir. Se puede entonces comprobar, mediante un análisis químico, que una gran parte del oxígeno ha sido reemplazada por anhidrido carbónico. Si bajo la campana donde ha expirado el pájaro se introduce una vela encendida, se apagará rápidamente, pues el aire ha llegado á ser allí impropio tanto para la combustión como para la vida. Quedando invariable la cantidad de nitrógeno en el aire inspirado y en el espirado, se considera á este gas como inerte en el acto de la respiración.

Análisis del aire inspirado y espirado.

	AIRE	OXÍGENO	GAS CARBÓNICO	NITRÓGENO
Aire inspirado . .	100	21	0,0004	79
Aire espirado . .	99	15,5	4,5	79

El aire espirado contiene igualmente cierta cantidad de vapor de agua, que proviene del plasma sanguíneo, cuya condensación produce el vaho que vemos salir de nuestras bocas en tiempo frío; aliento que empaña momentáneamente la luna de espejo cuando sobre ella respiramos.

Si no se halla más que 99 de aire espirado por 100 de aire inspirado, es porque una pequeña porción de oxígeno no ha sido transformado en gas carbónico; pero ha servido para otras oxidaciones, para la producción de la urea, por ejemplo, ó ha sido guardado, como en reserva, por las células

Encerrando el anhidrido un volumen de oxígeno igual al suyo, la cantidad de este último gas retenido en el organismo á cada movimiento respiratorio es de 5'5 (cantidad de oxígeno desaparecido) — 4'5 (cantidad de gas carbónico espirado) = 1 centésima de 1 medio litro ó 5 centímetros cúbicos; y en 24 horas, $5 \times 18 \times 60 \times 24 = 129600$ cmc., ó sea, 130 litros próximamente.

Se llama *cuociente respiratorio* la relación $\frac{CO^2}{O}$ del gas carbónico exhalado al oxígeno absorbido en cada momento respiratorio. Esta relación, igual á 0'8 próximamente, es siempre < 1; mayor en el niño que en el adulto; se eleva con una alimentación compuesta especialmente de substancias feculentas y disminuye cuando se consume principalmente materias albuminóideas.

2º *Modificaciones experimentadas por la sangre en los pulmones.* — Hemos visto que la arteria pulmonar conduce á los pulmones sangre *negra* y que las venas pulmonares llevan al corazón sangre *roja*. En los capilares, pues, del

pulmón es donde por la acción del aire se verifica esta transformación de sangre venosa en sangre arterial, transformación á la que se ha dado el nombre de *hematosis*.

Para comprender las modificaciones que experimenta la sangre en el acto de la respiración, nos bastará recordar aquí las diferencias que presentan las dos clases de sangre.

La sangre *venosa* es un líquido rojo obscuro que tiende á negro; la sangre *arterial*, es rutilante, parecida á la escarlata. Esta diferencia de coloración, que es lo que más llama la atención, es enteramente debida *á la presencia de un exceso de ácido carbónico en la sangre venosa y de otro exceso de oxígeno en la sangre arterial.*

Basta, para demostrarlo, agitar durante algunos instantes la sangre venosa en un frasco lleno de oxígeno, y se ve en seguida que esta sangre pasa, de roja obscura que era, á roja bermeja. Por el contrario, si se agita sangre arterial en un frasco que contenga gas carbónico, vuélvese al instante negruzca. En el primer caso se comprueba que cierta cantidad de oxígeno ha sido disuelta por la sangre, la cual ha abandonado al mismo tiempo otra cantidad casi equivalente de gas carbónico. Pues lo mismo que sucede en este experimento, ocurre exactamente en el pulmón.

La sangre venosa, al llegar á las vesículas pulmonares, se apodera de una parte de oxígeno del aire atmosférico y exhala otra parte del ácido carbónico que contenía en disolución ó en estado de combinación (véase § 52).

Respiración de los tejidos. Asfixia.

65. Respiración de los tejidos. — Lavoisier había creído que la combustión respiratoria se efectuaba en los pulmones, y que el oxígeno del aire se combinaba allí con los despojos orgánicos arrastrados por la sangre, produciendo así gas carbónico. Hoy está ya probado que esta combustión lenta se verifica en las células mismas de todos los tejidos orgánicos. El oxígeno del aire, fijado por la hemoglobina, penetra en la trama de los tejidos hasta las células, de las que sólo le separa el finísimo tabique de los capilares. Entonces, cada célula absorbe el oxígeno que necesita y desprende ácido carbónico que pasa á los vasos

y se disuelve en el plasma ó forma combinaciones sódicas.

Paul Bert ha demostrado esta respiración de los tejidos valiéndose del experimento siguiente : Se toman fragmentos de diferentes tejidos de un animal recién matado y se colocan sobre unas parrillas de cobre puestas bajo una campana que descanse en mercurio.

Analizando al cabo de unas horas el aire contenido en la campana, se nota la desaparición de una parte del oxigeno, la cual ha sido reemplazada por una cantidad casi equivalente de anhidrido : prueba evidente de la respiración de los tejidos. De este modo pudo observar Paul Bert que la respiración del tejido muscular es la más activa, y que los tejidos de los animales de sangre caliente tienen una respiración más viva que los de los animales de sangre fria.

66. Asfixia. — Cuando se respira en un medio que no contiene bastante oxigeno, ó cuando una causa mecánica cualquiera se opone á la entrada libre del aire en los pulmones, no tarda el sobrevenir la muerte tras una serie de accidentes, que constituyen el fenómeno de la *asfixia*. Se siente, ante todo, una angustia indecible que da lugar á bostezos, suspiros y esfuerzos violentos para llamar al pulmón el aire que falta. A esta angustia suceden bien pronto el desvanecimiento y el vértigo; la cara, y sobre todos los labios, se congestionan y toman un tinte azulado. Al cabo de dos ó tres minutos se suspenden las facultades sensitivas é intelectuales; dejan de contraerse los músculos locomotores, y el individuo, no pudiendo ya sostenerse, cae en una especie de *muerte aparente*.

La circulación es la única función que persiste aún durante cierto tiempo, pero poco á poco su movimiento va apagándose; la sangre que se ha vuelto negra y viscosa, se para en los capilares, deja de latir el corazón, y el calor, último signo de la vida, desaparece á su vez.

La asfixia sobreviene :

Por falta de oxigeno y exceso de ácido carbónico en los individuos que viven en sitios faltos de aire, galerias de minas, pozos, túneles, donde por lo general se renueva poco el aire;

Por absorción de gases tóxicos, tales como el ácido sul-

fhídrico, el gas del alumbrado y sobre todo el óxido de carbono que resulta de la combustión incompleta del carbón, verdaderos venenos que se fijan en los glóbulos sanguíneos desalojando el oxigeno, con lo cual resultan impropios para la conservación de la vida;

Al lado de estas diferentes asfixias, pondremos también otros accidentes, que á veces son mortales, causados por las variaciones de presión atmosférica.

Aire enrarecido. — La diminución de presión estorba la penetración del aire en los pulmones y enrarece el oxigeno. Las turbaciones que se sienten en las montañas elevadas (que llamamos *mareo de montaña*), y sobre todo en las ascensiones en globo, están caracterizadas por vértigos, zumbidos de oídos, hemorragia de la nariz, malestar progresivo que puede llegar hasta el síncope mortal (como murieron Sivel y Crocé-Spinelli en 1875 en la ascensión en el globo *el Zenit* á más de 8 000 m. de altura, en el cual iba Tissandier que felizmente pudo volver en sí).

Aire comprimido. — El aire comprimido á doce ó quince atmósferas produce en los animales fenómenos convulsivos mortales. El hombre, dentro de una *campana de buzo*, puede aguantar una presión de dos á tres atmósferas; pero entonces es preciso, como lo ha demostrado Paul Bert, que la expansión sea lenta, porque si ésta fuera brusca, los gases disueltos en exceso en la sangre con motivo de la presión exagerada, se desprenderían repentinamente y formarían arrastres de glóbulos capaces de interrumpir la circulación y provocar la muerte.

Observación. — En todos los casos de asfixia, siempre precede á la muerte real un estado de muerte aparente, por lo general bastante largo, durante el cual se puede volver á la vida.

67. Medios de combatir la asfixia. — Siguiendo el orden de importancia, estos medios son : 1° las *tracciones rítmicas de la lengua* ; 2° *el calentamiento y las excitaciones cutáneas*, 3° *las inhalaciones de oxigeno.*

1° *Tracciones rítmicas de la lengua.* — Las mandíbulas muy apretadas y cierta contracción de la pupila, aun cuando haya desaparecido la sensibilidad táctil del globo

ocular, demuestran el estado de muerte aparente de un ahogado, por ejemplo, que haya permanecido algunos minutos debajo del agua. En este caso se deben practicar inmediatamente y ante todo las tracciones rítmicas de la lengua, según el siguiente método del profesor Laborde.

Echado de espaldas el hogado (*fig.* 60), se empieza



Fig. 60. — *Tracciones rítmicas de la lengua para reanimar á un ahogado.*

por separar las mandíbulas con cualquier cosa que se tenga á mano, un bastón, un palo, un mango de cuchillo una cuchara, etc.; después, con el pulgar y el índice desnudos, ó mejor envueltos en un pañuelo, se coge la lengua y teniéndola bien agarrada se tira hasta sacarla muy afuera. Al mismo tiempo se introduce el índice de la mano izquierda hasta tocar la garganta con objeto de pro-

vocar el vómito, para que el estómago arroje los alimentos y el agua que contenga.

Hecho esto, se empuja la lengua adentro de la boca y se la vuelve á sacar de nuevo de quince á diez y ocho veces por minuto, con movimientos regulares y rítmicos que se ajusten al modo ordinario de la respiración.

En caso de buen éxito, se pueden observar desde luego algunos movimientos de deglución seguidos de una aspiración ruidosa que el doctor Laborde llama *hipo aspirador*; éste es el primer signo de la vuelta á la vida. En seguida empiezan aspiraciones un poco lentas, que luego se van normalizando poco á poco. Si los que prestan esos auxilios fueren varios, se puede practicar al mismo tiempo la *respiración artificial* por medio de presiones regulares y rítmicas en las costillas; pero este es sólo un medio accesorio, no indispensable.

Si el resultado se hiciera esperar, se deben de continuar las tracciones de la lengua una hora cuando menos, antes de perder toda esperanza.

2º *Calentamiento.* — El mejor medio de calentar á los ahogados y asfixiados, es generalmente el de aplicarles sobre el pecho y el epigastrio paños empapados en agua casi hirviendo, aun á riesgo de causar algunas quemaduras superficiales. Al mismo tiempo se le dan fuertes fricciones y se le cubre con lienzos bien calientes.

3º *Inhalaciones de oxígeno.* — Estas deben emplearse sobre todo en los asfixiados por el óxido de carbono, cuando las tracciones de la lengua hayan comenzado á restablecer los movimientos respiratorios.

La laringe y la voz.

68. Laringe. — La voz del hombre se produce en un órgano especial, situado en la parte superior de la tráquea, denominado laringe (*fig.* 61 y 62). Este órgano es una especie de cañón cartilaginoso ancho y corto, cuya extremidad superior desemboca en la faringe y, por la parte inferior, continúa con la tráquea. Está formado por cuatro cartílagos unidos entre sí mediante una membrana fibrosa y tapizados interiormente por una membrana mucosa. Estos cartílagos son :

El *cartílago tiroides*, en forma de coraza, cuyo ángulo convexo tiene una eminencia angulosa, conocida con el nombre de *nuez ó bocado de Adán*.

El *cartílago cricoides*, especie de sortija situada debajo del anterior, que constituye en realidad el primero de los anillos de la tráquea, y cuya voluminosa parte preeminente (*chatón*, en francés, donde se verifica el engarce) se dirige hacia atrás:

Los *cartílagos aritenoides*, situados atrás y representando

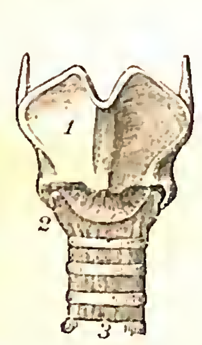


Fig. 61. — *Laringe del hombre.*

1. Cartílago tiroides. — 2. Cartílago cricoides. — 3. Traquearteria.



Fig. 62. — *Corte vertical de la laringe.*

1. Hueso hioides. — 2. Cartílago tiroides. — 3. Cartílago cricoides. — 4. Tráquea. — 5. Cartílago aritenoides. — 6. Epiglotis. — 7. Cuerdas vocales y ventrículo de la laringe.

dos pequeñas pirámides cuya base se apoya en la parte prominente del crioides y allí se articula.

Encima de la laringe se encuentra un hueso impar y medio, el hueso *hioides*, parecido al freno de un caballo, en el cual se insertan los músculos de la base de la lengua y la membrana fibrosa de la laringe.

Hacia la mitad de la laringe forma la mucosa dos repliegues laterales de un color blanco nacarado, que se dirigen de adelante atrás, dejando entre ellos una abertura análoga al ojal de un botón (*fig.* 63).

Dichos repliegues llevan el nombre de *cuerdas vocales inferiores* (ci), y el espacio que las separa se llama *glotis* (g).

Arriba de las cuerdas vocales hay otros dos repliegues

mucosos de color rojizo, impropiamente denominados *cuerdas vocales superiores* (c s), puesto que no desempeñan ningún papel en la emisión de los sonidos. Están separadas á cada lado por una depresión llamada *ventrículo* (v) Por último, completamente arriba y unida á la base de la lengua, se encuentra la *epiglotis* (e), especie de lengüeta fibro-cartilaginosa de que ya hemos hablado, la cual se baja para cerrar el orificio de la glotis mientras que el bolo alimenticio pasa por la faringe.

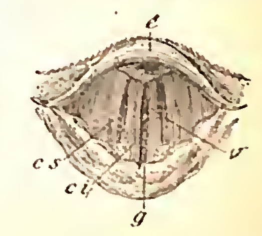


Fig. 63. — *Laringe vista por arriba con el Laringoscopio.*

g. Glotis. — *c i.* Cuerdas vocales inferiores. — *c s.* Cuerdas vocales superiores. — *v.* Ventrículo de la laringe. — *e* Epiglotis.

Puédese distinguir perfectamente la glotis por reflexión, mediante un espejito redondo ó cuadrado (anticipadamente metido en agua caliente para impedir que se empañe con el aliento) introduciéndole en las fauces. Este aparato es conocido con el nombre de *Laringoscopio.*

Independientemente de estas partes, presenta además la laringe diversos músculos destinados á producir los movimientos necesarios para la formación de la voz.

La laringe, como las vias respiratorias en general, recibe ramificaciones nerviosas sensitivas derivadas de los nervios pneumogástricos (10ª pareja de los nervios craneanos), mientras que los nervios laringeos superior é inferior, ramas de los nervios espinales (11ª pareja de nervios craneanos), ordenan los movimientos de los músculos laringeos. Si se cortan los nervios laringeos ó el espinal, de cada lado, se queda afónico un animal.

69. **Voz y lenguaje articulado.** — La producción de los sonidos, llamada *Fonación*, resulta exclusivamente de la vibración de las cuerdas vocales, excitadas por el aire lanzado de los pulmones. Luego la laringe puede muy bien ser comparada á un instrumento de lengüeta, oboe, clarinete, etc. Estas vibraciones de las cuerdas son inmediatamente transmitidas á la columna de aire espirado que lleva afuera el sonido.

Nótase, por medio del laringoscopio, que la región ante-

rior de la glotis, comprendida entre la parte tendinosa de las cuerdas vocales inferiores, es sobre todo vocal; mientras que su parte posterior, ó intercartilaginosa, extremadamente sensible, es tan sólo respiratoria.

La intensidad del sonido emitido por la laringe resulta de la fuerza con que es expulsado el aire por los pulmones y, en consecuencia, de la amplitud de las vibraciones de las cuerdas vocales.

La altura del sonido depende de la tensión y largura de las cuerdas. Resulta de la contracción de los músculos de la laringe, y está sujeta igualmente al influjo de la edad y del sexo. El niño y la mujer tienen la voz más alta que el hombre, cuyas cuerdas vocales son más largas. Llámanse *registro de una voz* los límites inferior y superior de altura de los sonidos que aquella puede emitir. El registro normal es de dos octavas, más raramente de tres. Las voces de hombres se subdividen en voz de *tenor*, de *barítono* y *bajo*; las correspondientes de mujeres se llaman voz de *soprano*, de *mezo-soprano* y de *contralto*.

El metal de una voz es producido por la superposición de los sonidos armónicos al sonido fundamental. Estos sonidos superpuestos resultan de la conformación particular de la laringe, como igualmente de la configuración de la boca, de la faringe y fosas nasales, las cuales vienen á ser cavidades de resonancia.

El lenguaje articulado es propio del hombre. Sólo el hombre se sirve de la palabra para expresar ideas. Ciertos pájaros, como el loro, pueden muy bien articular, por imitación, algunas palabras; pero no unen á ellas un sentido preciso, ó, á lo más, á un muy reducido número de palabras, como para indicar que tienen hambre, que se les disgusta, que quieren que se les tome ó ir á su trapecio.

El lenguaje articulado está compuesto de *vocales* y *consonantes*. Las vocales son sonidos simples emitidos por la laringe. Las consonantes resultan del choque de la columna de aire contra las diferentes partes de la boca ó de la garganta; de aquí su división en *labiales*, *linguales*, ó *guturales*, según la región que ha servido para producirlas. Pero se ha de notar que una consonante no puede ser oída si no va acompañada de una vocal.

RESUMEN

I. La *respiración* es una funcion que tiene por objeto operar, mediante la accion del aire libre ó disuelto en el agua, la transformacion de la sangre venosa en sangre arterial.

II. El aparato respiratorio en el hombre se compone de los *pulmones*, ú órganos destinados á recibir el aire atmosférico, y de una cavidad llamada *tórax*, en la cual están alojados los pulmones.

III. Los *pulmones* son dos, situados en la cavidad torácica, delante de la columna vertebral y detrás del esternon. Comunican con el aire exterior por la boca y las fosas nasales, mediante un conducto denominado *traquearteria*.

IV. La *traquearteria*, por su parte superior, es la continuacion de la *laringe*, que es el órgano especial de la voz. Por la parte inferior se divide en dos tubos que van á parar á cada uno de los dos pulmones, á los cuales se les llama *bronquios*.

V. Los *bronquios* se bifurcan en gran número de ramificaciones que son cada vez más estrechas y terminan en pequeñas ampollas denominadas *lóbulos pulmonares*, comprendiendo cada uno cierto número de *vesículas pulmonares*. El conjunto de estos lobulos constituye la masa esponjosa de los pulmones.

VI. El *tórax* es la cavidad donde están alojados los pulmones y el corazón. Tiene la forma de un cono, cuyo vértice se dirige hacia arriba. Semeja una caja huesosa, cerrada : atrás, por la columna vertebral; adelante, por el esternon, y colateralmente por las costillas. Un músculo plano, llamado *diafragma*, separa por la parte inferior al torax y á la cavidad abdominal.

VII. El mecanismo de la respiración tiene por objeto determinar alternativamente la entrada y salida del aire en los pulmones. Consta de dos movimientos opuestos : el uno, activo, de *inspiración*, resultante de la contracción del diafragma, de los músculos intercostales y de los escalenos; el otro, pasivo, de *espiración*, producido por la cesación de la contracción de los músculos predichos y por la elasticidad del tejido pulmonar.

VIII. El más notable fenómeno de la respiración consiste en la absorción de cierta cantidad de oxigeno y en la exhalación de otra correspondiente cantidad de gas carbónico y de vapor de agua.

IX. El gas carbónico y el vapor de agua que se desprenden en

la respiracion son el resultado de una combustion lenta que incesantemente se verifica en todas las partes del organismo animal.

X. Se designan con el nombre de *asfixia* los accidentes mortales que acarrea la suspension de las funciones respiratorias. La sangre venosa, no pudiéndose convertir en sangre arterial, pierde la facultad de mantener la vida en los órganos.

XI. Sobreviene la asfixia: 1º por falta de oxígeno y exceso de gas carbónico (habitaciones cerradas, pozos, minas mal aireadas); 2º por absorción de gases tóxicos (óxido de carbono, gas del alumbrado, ácido sulfhídrico); 3º por brusca supresion de la entrada del aire en los pulmones (ahogados, ahorcados).

XII. La *laringe*, que èsta encima de la traquearteria, es el órgano productor de la voz. Forma un embudo compuesto principalmente de cuatro cartílagos (el Tiroides, el Cricoides y los dos Aritenoides) reunidos por una membrana fibrosa. Está recubierta por la *Epiglotis.*

XIII. La mucosa que interiormente la tapiza, forma, á cada lado, dos repliegues. Los dos repliegues inferiores, tendinosos y de color blanco nacarado, constituyen las *cuerdas vocales inferiores*, y los dos repliegues superiores, de color rojo, las *cuerdas vocales superiores.*

XIV. El espacio, á manera de ojal, comprendido entre las cuerdas vocales inferiores, se llama *Glotis.*

XV. La *Voz ó Fonación* es exclusivamente producida por las vibraciones de las cuerdas vocales inferiores, excitadas por la columna de aire lanzada de los pulmones.

XVI. La palabra ó lenguaje no pertenece más que al hombre.

XVII. El lenguaje articulado se compone de *vocales*, ó sonidos emitidos por la laringe, y de *consonantes*, que resultan del choque de la columna de aire contra las diferentes partes de la boca y de la garganta, por lo cual se dividen en *labiales, linguales* y *guturales*, según la región que ha servido para producirlas. Una consonante no puede ser oida más que con la ayuda de una vocal.

CAPÍTULO VI

REGENERACIÓN DE LA SANGRE (*Continuación*) GLICÓGENO Y GLÁNDULAS VASCULARES SANGUÍNEAS

Necesidad de la regeneración de la sangre. — Hígado y sistema circulatorio de la vena porta. — Funcion glicogénica del hígado. — Glándulas vasculares sanguíneas: bazo, glándula tiroides y timo.

70 Necesidad de la regeneración de la sangre. — Siendo la sangre la que lleva á la trama de los tejidos los materiales necesarios para su desarrollo durante la infancia y para su sostenimiento en la edad adulta, y que se encarga también de los despojos, es preciso que, por una parte, se regenere allegando elementos nuevos y, por otra, se purifique de los despojos que arrastra.

Si la regeneración gaseosa de la sangre es debida á la respiración, su regeneración substancial se realiza (aparte del agua, que es absorbida directamente) por el bazo y la médula de los huesos, como igualmente por la llegada del quilo y de la glucosa al torrente circulatorio.

Hígado y sistema circulatorio de la vena porta.

71. Hígado y sistema circulatorio de la vena porta. — Hemos ya descrito el hígado como órgano anejo al canal digestivo y secretorio de la bilis. Este órgano nos interesa igualmente respecto á la circulación sanguínea, como centro de un sistema circulatorio particular que anteriormente hemos ya señalado, y que se le designa con el nombre de *sistema de la vena porta*.

Las arterias de los intestinos (estómago, intestino delgado é intestino grueso), como asimismo la arteria esplénica ó arteria del bazo, después de dividirse en capilares en los tejidos de estos órganos, forman venas (vena mesentérica superior, vena mesentérica inferior y vena esplénica), las

cuales se reunen (*fig.* 64) para constituir un común tronco denominado *vena porta*.

Hasta aquí, nada hay que difiera de la disposición general de las venas; pero esta vena porta, en vez de volverse directamente á la vena cava inferior y de allí al corazón, *va al hígado, donde se divide, á manera de arteria*, en ramitos y capilares que se distribuyen en toda la

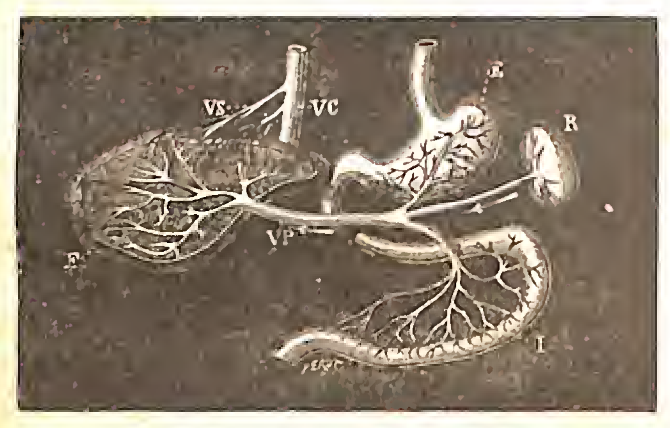


Fig. 64. — *Sistema de la vena porta.*

E. Estómago. — I. Intestino. — R. Bazo. — VP. Vena porta, formada por la reunión de las venas del estómago, del intestino y del bazo. — F. Hígado. — VS. Venas supra-hepáticas. — VC. Vena cava superior.

substancia de este órgano, y de donde después va la sangre á reunirse, por las venas supra-hepáticas, á la vena cava inferior que la conduce al corazón. El sistema de la vena porta representa, pues, un árbol vascular cuyas raíces están en los intestinos y el bazo, y las últimas ramas en el espesor del hígado; el tronco que media entre unas y otras, la *vena porta* propiamente, mide de 8 á 10 centímetros de longitud en el hombre adulto.

Una vez comprendido este mecanismo, se ve claramente que la sangre venosa procedente de los intestinos y del bazo atraviesa toda la masa del hígado, dividiéndose en ella al infinito antes de pasar al corazón; lo cual no impide al hígado recibir, como todos los demás órganos, su parte de sangre arterial que le llega directamente del corazón por su arteria propia, la *arteria hepática*.

Función glicogénica del hígado.

72. Función glicogénica del hígado. — Se ha venido creyendo por mucho tiempo que la única función del hígado era segregar bilis. Mas en 1869 descubrió y demostró Claudio Bernard con experimentos decisivos que este órgano desempeña además la función de *fabricar glicógeno*.

El *glicógeno*, de la misma constitución que el almidón $C^6H^{10}O^5$, llamado por esta razón *almidón animal*, que toma el color violado por la acción del yodo, está esparcido en el interior de las células hepáticas bajo la forma de polvo insoluble. Siempre hay glicógeno en el hígado, el cual le fabrica con la glucosa y las peptonas aportadas por la vena porta. Después es lenta y regularmente transformado en glucosa, la cual se desliza en la sangre de las venas supra-hepáticas.

La fabricación de glicógeno, después glucosa por el hígado, es demostrada por el hecho de que, fuera de las digestiones, la sangre de las venas supra-hepáticas es mucho más rica en glucosa que la de la vena porta, la cual no tiene de ella entonces más que trazas insignificantes.

Claudio Bernard ha demostrado, además, que la cantidad de azúcar producida por el hígado es independiente de la clase de alimentación, á que con anterioridad se ha sujetado el animal que sirve para hacer el experimento. Aunque la alimentación haya sido exclusivamente compuesta de carne muscular ó mixta, esto es, que comprenda á la vez carne, alimentos feculentos y azúcar, encuéntrase en la sangre de las venas supra-hepáticas la misma proporción de glucosa.

Por el experimento del *hígado lavado*, ha demostrado Claudio Bernard que el hígado es un verdadero órgano productor de glicógeno, después glucosa, y que esta función persiste aun durante algunas horas después de la muerte.

Habiendo tomado un hígado recién extraido del cuerpo de un animal, le sometió, por el canal de la vena porta, á una continua irrigación de agua fría hasta que, asi lavado, no contuvo ni rastro de azúcar. Colocándole entonces dentro de una estufa mantenido durante algunas horas á la temperatura del cuerpo animal, esto es, á 37 ó 38°, vió

que en tal hígado había reaparecido azúcar en abundancia.

Tan memorables experimentos permitieron á Claudio Bernard asegurar que el hígado, aparte de la secreción biliaria, tiene dos funciones: una *glicogénica* y otra *sacarificante*. Este órgano es, por lo tanto, el *regulador* de la proporción de la glucosa que encierra la sangre, la cual debe ser sensiblemente constante.

1º *Función glicogénica.* — Durante las digestiones la sangre de la vena porta llega al hígado muy cargada de glucosa soluble procedente de los diferentes productos alimenticios, sobre todo de los feculentos. Una pequeña porción de esta glucosa, que llega al hígado con gran abundancia, pasa directamente á la sangre de las venas supra-hepáticas, mientras que la mayor parte es deshidratada y transformada por el hígado en una materia amorfa, pulverulenta, *insoluble*, almacenada en las células hepáticas. Tal es la substancia conocida con el nombre de GLICÓGENO Ó ALMIDÓN ANIMAL.

2º *Función sacarificante.* — Fuera de las digestiones la sangre de la vena porta no lleva bastante glucosa al hígado. Entonces, un fermento análogo á las diastasas digestivas que contienen igualmente las células hepáticas, y de las cuales ha podido también ser extraido, transforma el glicógeno en glucosa soluble, y en tal proporción que la sangre de las venas supra-hepáticas arrastran siempre la misma cantidad fuera del hígado en la corriente circular.

Ciertas perturbaciones introducidas en este sistema pueden aumentar la cantidad de azúcar elaborada por el hígado, lo cual engendra la enfermedad tan conocida con el nombre de *diabetes* sacarina, la cual consiste en que pasa á la orina el azúcar que contiene en exceso la sangre. Claudio Bernard descubrió que irritando cierto punto del *bulbo raquídeo* aumenta en seguida la formación de azúcar en el hígado y el animal se vuelve diabético.

Glándulas vasculares sanguineas.

73. **Glándulas vasculares sanguíneas.** — Estas glándulas llenas de sangre son cerradas, es decir, desprovistas de canales excretorios; de ahí que los productos, en lugar de ser expulsados á fuera, cual lo hacen otras glándulas, como

los riñones, las glándulas salivales, lacrimales, etc., se quedan en la sangre que los ha cruzado y de ella salen por las venas. Las principales glándulas vasculares sanguíneas son el *bazo*, el *cuerpo tiroides* y el *timo*

Bazo. — El *bazo* (*fig.* 64) es un órgano de aspecto esponjoso, de color rojo obscuro, como hez de vino, constituido por una substancia peculiar, blanda, pulposa y completamente llena de sangre (*pulpa esplénica*) En medio de esta masa se hallan diseminados numerosos folículos cerrados (corpúsculos del bazo) que se adhieren á las paredes de los vasos sanguíneos. El bazo está profundamente situado en el hipocondrio izquierdo, hacia la gran tuberosidad del estómago, junto á la cual está sostenido por un repliegue del peritoneo. Recibe la sangre de la vena esplénica que allí se subdivide en numerosos ramos, orígenes de la vena esplénica, la cual es más gruesa que la arteria y concurre á formar la vena porta uniéndose á las venas que provienen del intestino.

Como ya lo hemos visto, la principal función del bazo es la de contribuir con la médula de los huesos á la incesante producción de los glóbulos rojos de la sangre, los cuales, no reproduciéndose, antes, por el contrario, destruyéndose y siendo entonces absorbidos por los glóbulos blancos, deben ser incesantemente renovados. El bazo puede ser suplido en esta función por la médula de los huesos, puesto que ha sido extraido á hombres y animales sin que esta extirpación les haya causado la muerte.

En ciertas enfermedades, en especial en las fiebres intermitentes, el bazo se hincha y adquiere con frecuencia enormes dimensiones; igualmente se abulta á consecuencia de una carrera rápida, produciendo la sensación de un punto doloroso en el costado izquierdo.

Cuerpo tiroides, timo. — El *cuerpo tiroides*, compuesto de dos lóbulos situados á cada lado de la laringe, bajo la nuez, está constituido por una masa de tejido conjuntivo que encierra corpúsculos cerrados análogos á los folículos del bazo. Su papel fisiológico es bastante problemático. Parece ser, como los folículos cerrados en general, un laboratorio de glóbulos blancos y un destructor de ciertos venenos de la sangre.

Lo mismo podemos decir del *timo*, órgano transitorio,

que no existe más que en los animales jóvenes y en el hombre durante la primera infancia, en quien ocupa la parte anterior é inferior del cuello y lo alto del pecho, detrás del esternón.

El cuerpo tiroides es susceptible de tomar en ciertos individuos excesivas proporciones, y entonces constituye lo que se llama bocio ó *papera*. Esta deformidad es frecuente en los paises montañosos, particularmente en Suiza, en Valais, donde se atribuye á la mala calidad de las aguas. En estas mismas localidades, la papera suele coincidir con el *cretinismo*, especie de idiotez complicada de raquitismo.

RESUMEN

I. El *sistema de la vena porta*, colocada en el gran trayecto de la circulación venosa, está constituido por las venas intestinales (venas que salen del estómago, del intestino delgado y del intestino grueso), como igualmente por la vena esplénica que proviene del bazo. Estas venas se reunen en un tronco común, la *vena porta*, la cual, en vez de volverse directamente al corazón por la vena cava inferior, se dirige desde luego al hígado, dentro de cuya substancia se subdivide en capilares venosos, de donde en parte nacen las venas supra-hepaticas que desembocan en la vena cava inferior.

II. El papel fisiológico del hígado no se limita únicamente á segregar la bilis. Tiene, además, la funcion de fabricar azúcar, la cual pasa á la sangre para allí quemarse y proporcionar de este modo un alimento á la combustión respiratoria, origen del calor animal.

III. Esta función del hígado es doble, comprendiendo : 1º una FUNCIÓN GLICOGÉNICA, mediante la cual transforma en *glicógeno* ó almidón *animal* $C^6H^{10}O^5$, que aprisiona en sus células, la glucosa y las peptonas conducidas por la vena porta ; 2º una FUNCIÓN SACARIFICANTE, cuyo fin es regularizar en la sangre la proporción de azúcar, reparando la glucosa, por medio de un fermento, con el glicógeno tenido en reserva. (Cl. Bernard).

IV. Desígnanse con el nombre de *glándulas vasculares sanguíneas* ciertos órganos colocados en el trayecto de los vasos sanguíneos, que tienen por objeto revivificar la sangre que los atraviesa y destruir los venenos que pueda contener. Las principales glándulas vasculares sanguíneas son el *bazo* el *cuerpo tiroides* y el *timo*.

V. El bazo y la médula de los huesos son los órganos productores de los glóbulos rojos de la sangre.

CAPÍTULO VII

PURIFICACIÓN DE LA SANGRE (ORINA Y TRANSPIRACIÓN)

Aparatos de eliminación. — Secreciones. — Glándulas ú órganos especiales de las secreciones. — Secreción urinaria; riñones, urea. — Transpiración — Secreciones de las membranas mucosas.

Aparatos de eliminación. — Secreciones. Glándulas.

74. Secreciones. — Se llama secreción toda acción fisiológica que tiene por objeto eliminar de la sangre ciertos productos. Los órganos que presiden las secreciones se denominan *glándulas*.

Se llaman secreciones *eliminadoras*, cuando no encierran más que productos destinados á ser arrojados, como la secreción urinaria y la del sudor.

Se llaman secreciones *funcionales*, cuando deben desempeñar un papel fisiológico importante, como las secreciones digestivas.

Y, por último, se llaman *mixtas*, cuando, como la bilis, son á la vez eliminadoras y funcionales.

No trataremos aquí más que las secreciones eliminadoras, que son las que únicamente sirven para purificar la sangre.

75. Glándulas. — Las *glándulas* propiamente dichas (pues es preciso no confundirlas con las glándulas cerradas vasculares sanguíneas, de que anteriormente hemos hablado) son los órganos especiales de las secreciones. En su interior se opera, bajo el influjo del sistema nervioso, este trabajo de química viviente, cuyo efecto es la producción de los humores orgánicos. Las glándulas son *simples* y *compuestas*.

Las **glándulas simples** (*fig.* 65) se presentan bajo la forma de pequeñas bolsas ó tubos muy finos, huecos, en el

espesor de la piel y en las membranas mucosas, cuyos orificios más ó menos estrechos vienen á parar á la superficie libre de las membranas.

Las **glándulas compuestas** (*fig.* 66) no son otra cosa que

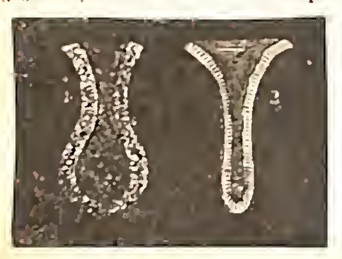


Fig. 65. — *Glándulas simples ó folículos.*

1. Folículo sebáceo de la piel. — 2. Folículo mucoso



Fig. 66. — *Glándula compuesta. Fragmento de la parótida ó glándula salival.*

aglomeraciones de tubos ó folículos que se comunican mutuamente por pequeños conductos que poco á poco se reunen hasta formar un solo canal ó varios *canales excretorios*, por los cuales salen al exterior los líquidos segregados. Una glándula puede, pues, ser representada como un conducto ramificado, cuyas últimas ramas terminan en pequeñas ampollas ó en simples tubos cerrados.

Las glándulas simples y las glándulas compuestas reciben en su capacidad gran número de vasos sanguíneos é hilitos nerviosos.

Las principales glándulas de la economía son las *glándulas salivales*, el *hígado*, el *páncreas* de que ya hemos hablado, los *riñones* ú órganos de la secreción urinaria y las *glándulas sudoríparas*.

Secreción urinaria. — Riñones. Urea.

76. Anatomía de los riñones. — La secreción urinaria tiene su centro en los riñones. Estos son dos glándulas voluminosas (*fig.* 67) situadas en lo profundo del abdomen á cada lado de la columna vertebral; son exteriormente de color rojo obscuro y su forma la de una habichuela. Cada riñón recibe una gruesa arteria, la *arteria renal*, que

directamente le suministra la aorta, y emite una vena no menos voluminosa, la *vena renal*, que va á desembocar en la vena cava inferior.

Si se parte de manera vertical un riñón, paralelamente á sus dos caras, se ve en seguida que está compuesto de dos substancias de diferente color: la una externa ó *substancia cortical*, y la otra interna, llamada *substancia tubulosa ó medular*.

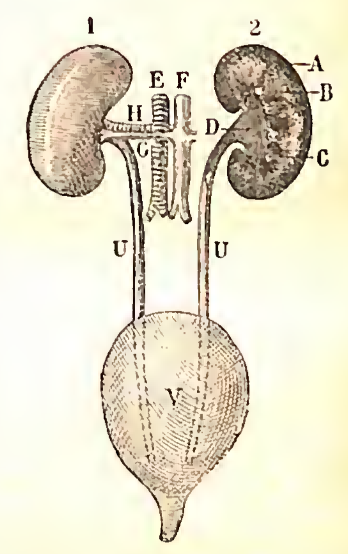


Fig. 67. — *Aparato de la secreción urinaria.*

1. Riñón derecho entero. — 2. Sección vertical del riñón izquierdo. — A. Substancia cortical. — C. Cáliz. — D. Bacinete. — U. Uréter. — V. Vejiga. — E. Aorta. — H. Arteria renal. — F. Vena cava inferior. — G. Vena renal

La *substancia cortical*, de color ligeramente amarillo y de apariencia granulosa, se compone esencialmente de pequeños tubos finísimos, llamados *tubos uriníferos*, contorneados sobre ellos mismos, y de multitud de pequeños corpúsculos redondos, visibles á simple vista, llamados *glomérulas del riñón ó de Malpighi*. Estos corpúsculos, *órganos secretorios de la orina*, están formados cada uno por un pequeño pelotón de vasos excesivamente finos, los cuales, de una parte, comunican con la arteria renal y, de otra, con la vena del mismo nombre. Están separadamente alojados en pequeñas ampollas ó vesículas de doble pared, denominadas *cápsulas de Bowmann*. La cavidad comprendida entre las paredes de dichas cápsulas dan origen á los tubos uriníferos, los cuales pueden ser considerados como su prolongamiento (*fig.* 68).

La *substancia tubulosa ó medular*, que es interiormente continuación de la substancia cortical y se distingue de ésta por su color más obscuro, no está constituída más que de los tubos uriníferos que, hechos reetilíneos, se reunen

entre sí de modo que forman cierto número de haces convergentes ó *pirámides*, cuyos vértices vienen á terminar en otras tantas bolsitas membranosas llamadas *calices*. Dichos cálices se reunen á su vez en una sola bolsa situada en medio del borde interno de la glándula. Esta bolsa tiene la forma de un embudo, cuya continuación es un tubo bastante largo llamado *uretra*, el cual va á desembocar oblicuamente en la *vejiga*, receptáculo membranoso donde se junta la orina antes de ser expelida al exterior por el *canal de la uretra*.

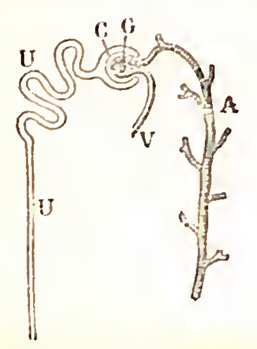


Fig. 68. — *Glomérula de Malpighi y cápsula de Bowmann.*

A. Arteria renal. — G. Glomérula de Malpighi. — V. Vena renal. — C. Capsula de Bowmann. — U. Tubo urinífero.

Se ve que la sangre de la arteria renal, cuando ha llegado á las glomérulas, sufre allí una especie de filtración por la cual se separan el exceso de agua y las materias que deben ser eliminadas, como la *urea* y el *ácido úrico*, después de lo cual vuelve aquella, así purificada, á la vena renal y de ésta, por la cava, al torrente circulatorio.

77. Composición química de la orina. — La *orina* es un líquido amarillento que, en el hombre, se compone de una gran cantidad de agua (95 por 100 próximamente), de una materia particular llamada *urea* (*fig.* 69), de una pequeñísima proporción de *ácido úrico* libre ó en estado de urato de sodio (*fig.* 70), de moco y de diversas sales, siendo las principales el cloruro de sodio, el fosfato de calcio y el fosfato amoniaco-magnesio.



Fig. 69. — *Cristales de urea.*

78. Urea y ácido úrico. — La *urea*, parte esencial de la

orina, substancia incolora, inodora, muy soluble en el agua, cristalizable en prismas aplanados de cuatro lados, de fórmula atómica $CO(AzH^2)^2$, es un producto excrementicio. Un hombre de buena salud debe eliminar de 25 á 30 gramos por día. Resultando de la combustión de materias albuminóideas en el organismo, la urea aumenta con un régimen de carnes y disminuye con un régimen de vegetales. La urea se forma principalmente en el hígado. Existe en la sangre en la dosis media de 0 gr. 02 por 100. La dosificación de esta substancia en la orina es importantísima en medicina; pues si no se elimina suficiente urea, prodúcese un tóxico que, retenido en excesiva cantidad en la sangre, ocasiona graves crisis, y con frecuencia mortales, conocidas con el nombre de *uremia*. La uremia es la más de las veces consecuencia de una *albuminuria*.



Fig. 70. — *Cristales de ácido úrico.*

En la orina expuesta al aire unas veinticuatro horas, se descompone la urea en carbonato de ammonium bajo la acción de un fermento especial llamado *micrococcus ureæ*. Entonces da á la orina un olor amoniacal, más ó menos fuerte.

El *ácido úrico*, cuerpo blanco cristalizado en laminitas rectangulares, apenas soluble en el agua, existe en la orina en menor proporción que la urea y, lo más frecuente, en forma de uratos. No se elimina mucho más que 1 gramo por día. Lo mismo que la urea, el ácido úrico preexiste en la sangre y resulta de la transformación imperfecta de las materias albumóideas, cuya completa combustión viene á parar en urea, la cual puede decirse que es una verdadera ceniza orgánica. El ejercicio, todo lo que activa las combustiones, constituye, pues, con un régimen de alimento vegetal, el mejor medio de disminuir la proporción; porque, existiendo muy abundante en la sangre, el ácido úrico se precipita en los ligamentos y cartílagos, acarreando entonces los tan acerbos y dolorosos ataques de la gota.

La orina fresca del hombre y de los animales carnívoros es siempre ácida. Por el contrario, es alcalina en los herbívoros, y en este caso el ácido úrico es reemplazado por otro ácido llamado *hipúrico*. En las aves y en la mayor parte de los reptiles, la orina es muy espesa y se compone casi enteramente de ácido úrico y de uratos alcalinos.

La orina es un líquido tóxico, y tanto más tóxico cuanto más concentrada. Inyectada en cantidad suficiente en las venas de un animal, provoca rápidamente convulsiones y la muerte.

ADVERTENCIA. — Sucede á veces que las diversas materias arrojadas en la orina son, en su mayor parte, para quedar en ella disueltas, y se precipitan entonces bajo la forma de *sedimentos*; tales son principalmente el ácido úrico puro ó en estado de urato de sodio (*arenas rojas*) y las sales fosfáticas. Cuando estos sedimentos son de pequeñas dimensiones se les llama *arenillas*, mas cuando se aglomeran en masas voluminosas que no pueden ser expulsadas al exterior, constituyen *piedras* ó *cálculos vesicales*, siendo entonces preciso para extraerlas de la vejiga servirse de la *talla* ó romperlas con ayuda de instrumentos especiales (*litotricia*).

La presencia en las orinas de substancias que, en estado normal, no deben encontrarse en ellas, es además indicio de enfermedades temibles, como la *albuminuria* y la *diabetes*, cuando el análisis químico descubre albúmina ó glucosa.

Transpiración. — Secreciones de las membranas mucosas.

79. Transpiración. — Llámanse *glándulas sudoríparas* los órganos que segregan sudor. Estudiaremos su estructura en el capítulo dedicado á la piel y al tacto.

El *sudor*, especie de orina diluida, está en gran parte compuesto de agua, teniendo en disolución pequeñísimas proporciones de cloruro de sodio y trazas de urea. Su reacción es ligeramente ácida.

Objeto de la secreción del sudor es mantener en equilibrio la temperatura del cuerpo. Cuando esta temperatura

tiende á elevarse sobre el grado normal, las glándulas sudoríparas hacen su oficio, y la piel se recubre entonces de una capa líquida, cuya evaporación destierra el exceso de calor que tendía á acumularse dentro de los órganos.

Esta secreción es igualmente (el sudor contiene trazas ó vestigios de urea) una función suplementaria de la urinal.

80. **Secreciones de las membranas mucosas.** — Con el nombre de mucosas desígnanse las membranas que tapizan el interior de los diversos conductos y órganos huecos de la economía, como el tubo digestivo, la laringe, la traquearteria, los bronquios, las fosas nasales, etc. Al nivel de los orificios exteriores de estos órganos, las membranas mucosas continúan hasta la piel, de la cual no son, por otra parte, más que una modificación y una prolongación. Así, en el contorno de los labios y de la nariz se vé que la piel se refleja en sí misma y llega á ser mucosa al penetrar en la boca y en las fosas nasales para después extenderse sobre toda la superficie interna del canal digestivo y de los bronquios. La única diferencia que existe entre las mucosas y la piel es que la dermis de las mucosas es más blanda, más esponjosa y más vascular que la dermis cutánea, y que la epidermis está allí reemplazada por una membrana celulosa más tierna y más fina, que lleva el nombre de *epitelio*.

Las membranas mucosas no contienen glándulas sudoríparas, pero encierran gran cantidad de glandulitas tubulosas, simples ó compuestas (*fig* 65 y 66), que segregan un humor de consistencia varia llamado *moco*. Este humor, generalmente espeso, claro y amarillento, contiene agua en gran proporción, cloruro de sodio, una materia particular, la *mucina*, que le da su viscosidad, y células epiteliales. Su oficio es proteger y mantener húmedas las superficies que recubre.

RESUMEN

I. *Purificación de la sangre.* — La sangre se purifica principalmente por la secreción renal y por la transpiración.

II. Se llama *secreción* toda acción fisiológica que tiene por objeto eliminar de la sangre ciertas substancias.

III. Las secreciones son : *eliminadoras* (riñones y glándulas

sudoríparas); *funcionales*, cuando deben desempeñar un papel fisiológico importante (secreciones digestivas), y *mixtas*, cuando son á la vez eliminadoras y funcionales (bilis).

IV. Las glándulas, simples ó compuestas, son órganos activos de las secreciones.

V. Las *glándulas simples* ó folículos son bolsitas redondeadas ó finísimos tubos huecos en el espesor de la piel y de las membranas mucosas, por ejemplo: las glándulas sudoríparas y las sebáceas.

VI. Las *glándulas compuestas* no son otra cosa que aglomeraciones de glándulas simples que se comunican entre sí y terminan en uno ó en muchos canales excretorios encargados de dar salida á los líquidos segregados: tales son las glándulas salivales y las glándulas lacrimales.

VII. Los *riñones* son dos gruesas glándulas de color rojo obscuro, que tienen la forma de una habichuela, colocados á cada lado de la columna vertebral en las regiones lumbares. Están formados por finísimos canalillos llamados uriníferos, que comienzan por una pequeña bolsita de doble pared, denominada *cápsula de Bowmann*, la cual se reconcentra ó repliega en sí misma, como una boina, y envuelve en su cavidad un minúsculo cuerpo rojizo, el *corpúsculo* ó *glomérula de Malpighi*. Estos canalillos terminan en un embudo, formado por los *cálices*, y continúa hasta la vejiga por la *uretra*.

VIII. Los canalillos que constituyen el riñón forman dos regiones ó substancias: la una, exterior, mas clara, llamada cortical; la otra, interior, mas obscura, llamada medular, en donde las extremidades de los tubos uriníferos, hechos ya rectilíneos, se agrupan en forma de pirámides.

IX. La orina está compuesta casi enteramente de agua (95 por 100). Contiene además *urea*, *ácido úrico*, *uratos*, *cloruros* y *fosfatos* de sodio, de calcio y de magnesio. Es ácida; su densidad normal es 1.018.

X. La *urea* es una substancia azoada $CO(AzH^2)^2$ que proviene de la combustión de materias albuminóideas. Existe en la sangre en la proporción media de 0 gr 02 por 100. Es un producto tóxico, que debe ser eliminado por la orina en la dosis de 25 á 30 gr. en 24 horas. Un régimen de carne aumenta su cantidad, y un régimen vegetal la disminuye.

XI. El *ácido úrico* debe ser eliminado en estado de urato de sodio en la dosis de 1 gr. próximamente por día.

XII. La retención excesiva de urea en la sangre provoca las temibles crisis, con frecuencia mortales, de uremia. La retención de ácido úrico es la causa de la gota.

XIII. La *transpiración* es una función suplementaria de la secreción renal. El sudor es ácido y de composición análoga á la de la orina.

CAPÍTULO VIII

NUTRICIÓN Y CALOR ANIMAL

Asimilación y desasimilación. — Reservas nutritivas. — Ración alimenticia. — Calor animal. — Regularización térmica. — Animales de temperatura constante y de temperatura variable. — Conservación de la energia en el hombre y en los animales.

Nutrición.

81. Fenómenos generales de la nutrición. Asimilación y desasimilación. — La *nutrición*, considerada en términos generales, es el incesante trabajo de composición y descomposición que se opera en el seno de los seres orgánicos. Este fenómeno, que en cierta manera caracteriza á la materia viva, es común á las plantas y á los animales.

En el hombre y en los animales superiores es el resultado de diversas funciones que ya hemos dado á conocer, las cuales son cinco principalmente, á saber: *digestión, absorción, circulación, respiración*, y *secreciones*. Tales funciones han recibido el nombre de *nutritivas* y *orgánicas*; se encadenan y coordinan del más estrecho modo para contribuir al sostenimiento de los órganos y á la producción del calor animal.

Puede decirse que la nutrición es el resultado de los fenómenos de *asimilación* y *desasimilación*.

La *asimilación* es el objeto final de las diversas funciones de nutrición, y debido á ella van á depositarse en los tejidos y convertirse en materia viva las substancias alimenticias absorbidas y esparcidas en la sangre.

La célula se apodera de los elementos propios para su nutrición en el oxigeno aportado por los glóbulos rojos de la sangre, como igualmente en el plasma sanguineo extravasado á través de las paredes de los vasos capilares y destinado á formar la linfa, la cual, después de haber impregnado los tejidos, vuelve á ser tomada por los vasos linfáticos y lanzada al torrente circulatorio.

Las células, según sus funciones, parecen asimilarse elementos diferentes; así el tejido nervioso absorbe substancias nitrogenadas, mientras que las fibras musculares parecen asimilarse con preferencia la glucosa.

Con el nombre de *desasimilación* se entiende el conjunto de despojos celulares, esto es, de materias arrojadas por las células como cosa impropia para la vida. Dichas substancias, tóxicas á veces, como la urea, vuelven á ser tomadas por la sangre y la linfa para ser después eliminadas por las secreciones. Tales son el gas carbónico, la urea, el ácido úrico, la colesterina, el vapor de agua, etc. Todos estos productos son el resultado de la combustión del protoplasma celular por el oxígeno de los glóbulos rojos. Más adelante veremos que esta combustión intercelular es la causa del calor animal.

82. **Reservas nutritivas.** — El trabajo de asimilación tiene su máximum de actividad en los primeros tiempos de la existencia, cuando el cuerpo está creciendo. En la edad adulta se modera, y su papel se limita entonces á reparar las pérdidas incesantes que el movimiento de la vida hace experimentar á los órganos. Cuando las materias suministradas por la alimentación exceden al gasto, se acumula el sobrante bajo la piel, bajo el peritoneo, en los intersticios de los músculos y otros órganos, en forma de grasa ó *tejido adiposo.*

Este tejido es una verdadera reserva nutritiva, pues á sus expensas se nutre y se mantiene el cuerpo cuando la alimentación llega á ser insuficiente. No reconoce otra causa el enflaquecimiento producido por las enfermedades.

El tejido graso es simplemente formado por el depósito de gotitas grasientas, excesivamente finas, en el protoplasma celular del tejido conjuntivo. Poco á poco estas gotitas reemplazan al protoplasma, al cual destruyen reuniéndose en una sola vesícula adiposa.

El *glicógeno* ó almidón animal, producto del hígado, como lo hemos visto en el capítulo VI, es también una importante reserva nutritiva, la cual asegura la proporción constante de glucosa en la sangre durante el intervalo de las digestiones.

83. **Ración alimenticia.** — Se designa con este nombre la proporción, calculada todo lo exactamente posible, necesaria para reparar las pérdidas diarias del organismo.

Un adulto, pues, de fuerza y peso promediados, expele en 24 horas:

- 19 gr. de nitrógeno, principalmente bajo la forma de urea y ácido úrico;
- 280 gr. de carbono, bajo la forma de anhidrido carbónico, eliminado por los pulmones;
- 32 gr. de sales diversas (cloruros, fosfatos, carbonatos, etc.), eliminados sobre todo por las evacuaciones y los orines;
- 2 500 á 3 000 gr. de agua, eliminada por la orina, el sudor y la respiración.

El fisiólogo holandés Moleschott y el americano Atwater llegaron á deducir que, para compensar estas diarias pérdidas del organismo, un hombre adulto debe consumir por término medio:

Materias nitrogenadas ó albuminóideas	120 gr
Grasa	60 gr
Hidratos de carbono (féculas y azúcar)	450 gr.

La ración alimenticia de un soldado francés por cada día, calculada según estos datos científicos, comprende:

Carne con los huesos y la grasa.	300 gr.
Pan.	1000 gr.
Legumbres frescas	100 gr.
Legumbres secas	30 gr.

La ración alimenticia varía, no solamente con la edad y el sexo, sino también respecto al individuo, según que éste trabaje ó permanezca ocioso.

Proporcionada al peso en kilogramos, la ración alimenticia aumenta durante la infancia, para proveer al crecimiento; y, por el contrario, disminuye durante la vejez. La ración de un hombre que se ve precisado á trabajar empleando gran actividad de músculos, debe ser superior ó mayor que la de otro hombre que no se ve obligado más que á un trabajo moderado. En igualdad de circunstancias es menor en la mujer que en el hombre.

Una de las reglas de higiene alimenticia es que la ración diaria sea proporcionada al trabajo cotidiano. Debe comerse poco en los días de reposo, y, por el contrario, mucho en los días de trabajo, durante los cuales el empleo de fuerza muscular es considerable. Podrá casi decirse, sin exageración, que los ociosos comen siempre demasiado.

La cantidad de agua que debemos beber cada día, á fin de sustituir los tres kilogramos que de este líquido perdemos

próximamente durante ese mismo tiempo, es reclamada por la sensación de la sed. Lo restante es suministrado por el agua de constitución que se halla en la carne muscular, en el pan, legumbres, frutos, etc. Regla general : ingerir diariamente gran cantidad de agua es favorable á la salud.

Calor animal.

84. Calor animal; producción y pérdida. — El calor desarrollado en los animales y en el hombre es una de las condiciones esenciales de su existencia. Esta temperatura se eleva á 37°, 5 en lo que respecta al hombre. Apréciase por medio de pequeños termómetros de mercurio, de máxima, cuyo receptáculo se coloca dentro de la boca ó en el sobaco. No es posible la vida á ciertos grados sobre ó bajo la temperatura interior normal, ó sea á 43° y á 33°.

Lavoisier fué el primero que comparando la respiración á una verdadera combustión por el oxígeno del carbono y del hidrógeno llevados en la sangre de la arteria pulmonar, emitió la idea de que el calor animal era únicamente el resultado de esta combustión, y que se podía apreciar la intensidad de tal combustión por la medida del gas carbónico exhalado durante determinado espacio de tiempo.

Lavoisier había localizado el horno de esta combustión exclusivamente en el aparato pulmonar, lo cual era inexacto. Las combustiones orgánicas se realizan en efecto, no en un órgano especial, sino en la intimidad misma de todos los tejidos humanos, en las células de que todos se componen. Las reacciones exotérmicas de esta química celular y los fenómenos de asimilación y desasimilación que se realizan en el interior de las células, son las causas caloríficas del cuerpo humano. El calor animal es, pues, la consecuencia inmediata de la nutrición.

Los diversos tejidos producen más ó menos calor. Entre los que sobresalen, citaremos : los músculos, las glándulas y el tejido nervioso.

Los músculos, en reposo y sobre todo en estado de actividad, son el centro de una abundante circulación sanguínea, causa de oxidaciones intensas de fibrillas, de desprendimiento de gas carbónico y de producción de una notable cantidad de calor. Una parte de este calor es

transformado en trabajo mecánico, y la otra sirve para sostener el calor animal. Después de los ejercicios violentos la temperatura del cuerpo se eleva hasta 38° y á más.

El trabajo secretorio de las glándulas es igualmente la causa de un notable desprendimiento de calor por la afluencia de sangre en los vasos capilares durante su actividad fisiológica. Esta hipertermia es notable respecto al hígado, lo que hace que la temperatura de la sangre sea más elevada en la vena cava inferior después que ha recibido las venas suprahepáticas.

El trabajo cerebral y, en general, la actividad del sistema nervioso producen además calor.

Por medio de aparatos calorimétricos se puede apreciar a cantidad de calor producida por el cuerpo humano durante una hora y relacionarla á un kilogramo del peso del individuo sometido al experimento. Se encuentran así próximamente de 1 cal., 5 á 2 calorías. Un hombre en reposo, de un peso medio de 75 kilogramos, producirá, pues, en 24 horas una cantidad de calor equivalente á 2 800 calorías. Si este hombre despliega una gran actividad muscular, tal cantidad podrá pasar de 3 600 calorías.

Las principales causas de la pérdida del calor por el organismo son : la irradiación, tanto más intensa cuanto la temperatura del ambiente es más baja; la transpiración y la evaporación del sudor en la superficie del cuerpo; la exhalación del vapor de agua por los pulmones y el calentamiento del aire inspirado; las diferentes secreciones, etc.

85. **Regularización térmica.** — La temperatura del hombre y la de grandísimo número de animales es sensiblemente constante. Réstanos, pues, estudiar por qué procedimiento mantiene la naturaleza esta invariabilidad de temperatura, ya sea expuesto el hombre á los rigorosos fríos de las regiones polares ó ya á los tórridos calores de las zonas ecuatoriales.

El hombre, para luchar contra el frío, cúbrese de cuerpos malos conductores del calor, de pieles de bestias con fuertes forros, á fin de impedir, cuanto posible sea, pérdidas de calórico por irradiación, y de conservar así el calor del cuerpo. Come mucho, particularmente cuerpos grasos, cuya combustión en el organismo suministra gran cantidad de calor. Pero, además, la prolongada impresión

del frío sobre la piel contrae los vasos capilares, la hace palidecer y de aquí resulta que la sangre, pasando en menor cantidad por dichos vasos, se expone menos al enfriamiento. En sentido inverso, las inspiraciones llegan á ser más frecuentes y aumentan la actividad de las combustiones orgánicas.

Para luchar contra el calor, el hombre recurre á medios opuestos á los anteriores : se cubre de vestidos ligeros y flotantes para oponerse lo menos posible á la irradiación cuando la temperatura exterior, si bien elevada, es aún inferior á la del cuerpo, y escoge el color blanco para evitar la absorción del calor solar. El alimento debe ser ligero, más bien compuesto de materias nitrogenadas, y las bebidas acuosas muy abundantes. Los baños fríos, como asímismo las duchas, serán igualmente frecuentes.

Y si hemos visto intervenir los nervios vaso-contractores en la lucha contra el frío para estrechar los vasos cutáneos, ahora veremos que son los nervios vaso-dilatadores los que funcionan á fin de provocar la dilatación de los mencionados vasos, aumentar el campo de la circulación y, por lo mismo, el enfriamiento de la sangre periférica. Al mismo tiempo la afluencia de sangre provoca una abundante secreción en las glándulas sudoríparas, y la evaporación de este sudor, en la superficie del cuerpo, es una de las principales causas de su enfriamiento.

Siendo la evaporación del sudor mucho más rápida en una atmósfera seca que en una atmósfera húmeda, se explica que los calores son más soportables, en igualdad de temperatura, en los climas secos que en los climas lluviosos.

86. Animales de temperatura constante y de temperatura variable. — Las aves y los mamíferos están á temperatura constante y casi invariable con los medios. La temperatura del hombre en estado sano, ó sea de 37°5, es la menos elevada entre los mamíferos. Todos los demás tienen una temperatura que oscila entre 38° y 40°. Los pájaros, como el gorrión libre por ejemplo, tienen hasta 44° de temperatura.

La temperatura del hombre varía ligeramente durante las 24 horas del día. Hacia las 5 de la mañana es un poco más baja que á la misma hora de la tarde. El reposo tiende,

en efecto, á disminuir la temperatura, y la actividad muscular ó cerebral á aumentarla.

Los animales de temperatura variable, como los reptiles, los batracios, los peces y todos los Invertebrados tienen una temperatura que tiende á ponerse en equilibrio con la del medio en que viven.

Entre los mamíferos se encuentran animales llamados *invernantes*, como los Lirones, los Murciélagos, las Marmotas, los Osos, los cuales se adormecen durante el invierno y permanecen durante seis semanas ó dos meses sin tomar alimento. Viven entonces de sus reservas alimenticias; pero su inercia trae consigo una notable baja de temperatura interior que tiende á acercarse al medio exterior y puede descender hasta á 10°. Esta diminución de temperatura coincide con una notable moderación de la respiración y de los latidos del corazón.

87. Conservación y transformación de la energía en el hombre y en los animales. — Todo en la naturaleza se modifica y se transforma; nada se pierde, nada se aniquila. Las investigaciones de la Física nos han demostrado que el calor, la fuerza mecánica, la electricidad, el magnetismo, la luz, la afinidad química, no son otra cosa que diversas manifestaciones de un mismo y solo poder, la ENERGÍA, y que nosotros podemos á capricho transformarlas una en otra en cantidades equivalentes. Una máquina electrodinámica, pongo por ejemplo, es puesta en acción por una máquina de fuego : el calor escapado de la hulla que arde en el fogón ú hornillo, se convierte al principio en fuerza mecánica, después en electricidad, electricidad que entre las puntas de dos carbones conductores se trueca en luz, cuyo brillo deslumbrante nos hace recordar su origen sidéreo. Lo mismo ó casi lo mismo puede decirse respecto á los cuerpos vivientes : el grano de trigo, parcialmente convertido en glucosa por los fermentos digestivos y oxidándose en el seno de los tejidos, no hace más que restituir dentro de nosotros el calor solar que le ha madurado, y el cual llegará á ser para la máquina animal origen de su fuerza motriz, de electricidad y de otras fuerzas necesarias para las manifestaciones y sostenimiento de la vida.

Así, pues, el animal no crea energía; lo que hace es restituir por medio de sus órganos la que ha recibido *in*

potentia, en *estado potencial*, en los alimentos que ha ingerido. Como lo haría una de nuestras máquinas, el animal transforma esta energía, según sus necesidades y según su constitución, en movimiento, en calor, en electricidad y en luz.

Sin insistir respecto á la transformación, verificada por el animal, de la energía acumulada dentro de los alimentos en calor y movimiento, hemos de hacer notar : que los peces y los crustáceos de las grandes profundidades del mar utilizan su energia en fosforescencia luminosa; que numerosos insectos y larvas, las *Luciernagas (gusanos de luz)* por ejemplo, son fosforescentes ; que la fosforescencia del mar es debida á la presencia de innumerables microorganismos que despiden luz. De igual modo, ciertos peces, los Gimnotos, los Torpedos, los Siluros, transforman una parte de su energia en descargas eléctricas, más ó menos violentas.

RESUMEN

I. *Nutrición* es el trabajo incesante de composición y descomposición que se verifica en el seno de los seres organizados. En el hombre y los animales superiores, este trabajo es el resultado de las diversas funciones nutritivas, como la digestión, la absorción, la circulación, la respiración y las secreciones.

II. *Asimilación* es la función en virtud de la cual las substancias nutritivas, absorbidas y arrastradas por el torrente circulatorio, van á depositarse en los tejidos y á organizarse en materia viva.

III. La *desasimilación* es el resultado de oxidaciones intracelulares de los tejidos orgánicos. El gas carbónico, el vapor de agua, la urea, el ácido úrico, la colesterina contenida en la bilis son los principales productos.

IV. Llámanse *reservas nutritivas* ciertos productos, como la grasa, el glicógeno, que se acumulan en el tejido celular y en el hígado para proporcionar al organismo una verdadera reserva de alimentos : el glicógeno le suministra glucosa, y la grasa sirve para nutrirle en caso de dieta ó inanición.

V. Se denomina *ración alimenticia* la cantidad de alimentos albuminóideos, feculentos y grasa que es menester para compensar las diarias pérdidas del organismo.

VI, La ración alimenticia de un soldado en Francia es de :

Carne con los huesos y la grasa.	300 gr.
Pan.	1000 gr.
Legumbres frescas.	100 gr.
Legumbres secas	30 gr.

VII. El *calor animal* es la consecuencia de oxidaciones intracelulares que se verifican en el seno de los tejidos.

VIII. Los diversos tejidos que más calor producen son los músculos, las glándulas y el sistema nervioso.

IX. La temperatura constante del hombre en estado sano, tomada en la boca ó en el sobaco, es de 37°,5.

X. La temperatura del hombre, la de otros mamíferos y de los pájaros es invariable. Permanece lo mismo en el polo que en el ecuador.

XI. Aparte de los medios artificiales, como el vestido y el alimento, el sistema nervioso es, por medio de los nervios vasomotores, contractores y dilatadores, el regulador de la estabilidad térmica del organismo. Por causa del frío, los vasos cutáneos se contraen, y menos sangre se encuentra allí expuesta al enfriamiento periférico. Por el calor, los mismos vasos se dilatan, más sangre se acerca á la superficie del cuerpo y allí se refresca, al propio tiempo que la secreción sudorífera aumenta y constituye por su evaporación una causa de enfriamiento.

XII. Divídense los animales en animales de *temperatura constante*, invariable con el medio, y en animales de *temperatura variable*, como son los reptiles, los batracios, los peces y los invertebrados, cuya temperatura no excede de 1° á 2° de la del medio ambiente.

XIII. Los animales mamíferos *invernantes* (lirones, murciélagos, marmotas, osos), cuya temperatura puede bajar durante su sueño de invierno hasta 10°, tienen igualmente durante este período movimientos cardíacos y respiratorios muy moderados ó lentos.

XIV. El organismo humano y el de los animales en general no es creador de energía. No hace más que transformar, como lo hace una máquina de fuego, la energía (acumulada en substancia dentro de los alimentos) en calor, en movimiento, en luz y en electricidad.

CAPÍTULO IX

ESQUELETO Y ARTICULACIONES

Funciones de relación. — Relaciones del ser viviente con el mundo exterior; movimiento, sensibilidad. — Órganos ó aparato del movimiento. — Composición general del esqueleto. — Desarrollo de los huesos en largura y espesor. — Articulaciones.

Funciones de relación. Relaciones del ser vivo con el mundo exterior.

88. Funciones de relación. Relaciones del ser vivo con el mundo exterior. Movimiento; sensibilidad. — En el estudio que hemos hecho de las diversas funciones de los animales, vimos que además de las que tienen por exclusivo objeto asegurar á los seres su existencia, hay otras aún que sirven para ponerlos en relación con el mundo exterior. Estas últimas llevan el nombre de *funciones de relación*.

Las funciones de relación comprenden dos órdenes de fenómenos distintos : el *movimiento voluntario* y la *sensibilidad*. Entiéndese por *movimiento voluntario* la facultad que poseen todos los animales de trasladarse de un sitio á otro ó de mover por lo menos ciertas partes de su cuerpo. Por *sensibilidad* ha de entenderse la facultad que poseen los animales de formar conocimiento de lo que les rodea mediante ciertos órganos, llamados *órganos de los sentidos*.

Órganos del movimiento. Composición general del esqueleto.

89. Órganos de movimiento. Esqueleto externo é interno. — Los órganos con que se mueve el animal deben distinguirse en dos órdenes : los órganos *pasivos* y los órganos *activos*. Los primeros están constituídos por partes duras, resistentes, que reciben el impulso motor y le obedecen; los segundos son los que producen ó transmiten directamente este impulso. El conjunto de los órganos pasivos del movimiento forma lo que se llama el *esqueleto*; los órganos activos son los *músculos* y el *sistema nervioso*.

En los animales inferiores, como son los insectos, los crustáceos, los arácnidos, etc., es la piel misma, ya blanda y flexible, ya córnea ó incrustada de materias calizas, la que sirve de punto de apoyo á los músculos y constituye el esqueleto *externo* del animal. Pero en el hombre y los animales que más se le parecen, tales como los mamíferos, las aves, los reptiles y los peces, el esqueleto es *interno*, es decir, está situado en el interior del cuerpo y se compone de piezas óseas ó cartilaginosas unidas entre si por articulaciones, formando por lo tanto una especie de armazón sólida que sostiene y protege todos los otros órganos.

Esqueleto del hombre.

90. Composición general del esqueleto. — Examinado en conjunto, el esqueleto del hombre aparece compuesto de tres partes distintas : la *cabeza*, el *tronco* y las *extremidades* ó *miembros* (*fig.* 72).

1º Cabeza. — La *cabeza* se compone de *cráneo* y *cara*.

El **cráneo** (*fig.* 71) es una caja huesosa que tiene la forma de un enorme huevo, bombeado en su parte alta (*bóveda del cráneo*), y achatado en la parte baja (*base del cráneo*).



Fig. 71. — *Huesos de la cabeza.*

1. Hueso frontal. — 2. Parietal. — 3. Occipital. — 4. Temporal. — 5. Malar ó de la mejilla. — 6. Maxilar superior. — 7-7. Maxilar inferior.

La conformación exterior del cráneo, como igualmente la abertura del ángulo facial, tienen gran importancia en Antropología; nosotros nos ocuparemos en esta cuestión al tratar de la historia del hombre, al final de Paleontología.

En el cráneo se alojan el cerebro, el cerebelo y el bulbo. Está formado por diversos huesos planos, engranados sólidamente entre si por las finas dentaduras de sus bordes.

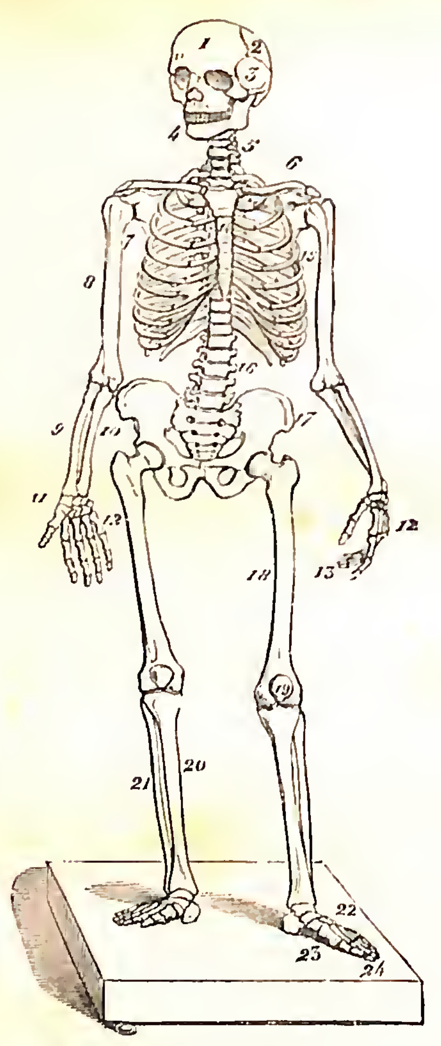


Fig. 72. — *Esqueleto del hombre*

1. Hueso frontal. — 2. Parietal. — 3. Temporal. — 4. Maxilar inferior. — 5. Vértebras cervicales. — 6. Clavícula. — 7. Omoplato. — 8. Húmero. — 9. Radio. — 10. Cúbito. — 11. Carpo. — 12-12. Metacarpo. — 13. Falanges. — 14. Esternón. — 15. Costillas. — 16. Vértebras lumbares. — 17. Ileon ó hueso iliaco que forma con el sacro la pelvis. — 18. Fémur — 19. Rótula. — 20. Tibia. — 21. Peroné. — 22. Tarso. — 23. Metatarso. — 24. Falanges

Ocho son los huesos del cráneo : adelante, el *frontal*; arriba y colateralmente, los dos *parietales*, abajo, los dos *temporales*, por los cuales penetran los conductos auditivos; atrás, el *occipital*, con su ancho agujero para dejar paso á la médula espinal. A cada lado de este agujero se hallan dos prominencias redondas ó *cóndilos*, mediante las cuales descansa la cabeza en la columna vertebral. Por último, la base del cráneo está formada por el *etmoides* en la parte delantera y por el *esfenoides* en la parte posterior.

Los huesos de la cara son catorce [1], entre los que citaremos : los dos *malares* ó de las mejillas, los dos *propios de la nariz*; los dos *maxilares superiores* y el *maxilar inferior*, que tiene la forma de una herradura.

Todos estos huesos están sólidamente unidos unos á otros, salvo el maxilar inferior, que se mueve de arriba abajo por los movimientos de masticación y de la boca en general.

La cara tiene cinco grandes cavidades . las dos *cavidades orbitarias*, donde están encerrados los ojos; las dos *fosas nasales*, separadas por un tabique vertical, y la *cavidad bucal*, comprendida entre las dos mandíbulas.

ADVERTENCIA. — *Constitución vertebral de la cabeza* — Á ciertos naturalistas, entre ellos el gran poeta alemán Gœthe, les ha parecido ver en la cabeza una prolongación de la columna vertebral, teniendo análoga constitución. La cabeza, según ellos, estaría formada por cuatro vértebras modificadas 1° una *vértebra occipital*, que es el hueso de este nombre; 2° una *vértebra parietal*, constituída abajo, por la parte posterior del esfenoides y, arriba, por los dos parietales; 3° una *vértebra frontal*, formada por la parte anterior del esfenoides, sus alitas y el hueso frontal; 4° una *vértebra nasal* que comprende el etmoides, el vómer y los huesos propios de la nariz.

Tan ingeniosa teoría, si bien digna de un poeta, no es hoy admitida, siendo como es la osificación membranosa de la bóveda del cráneo muy diferente de la osificación de los anillos vertebrales.

1. Los catorce huesos de la cara son · los huesos propios de la nariz, los malares, los maxilares superiores, los ungüis ó lagrimales, pequeños huesos que tienen la forma de una uña y se hallan colocados en la pared interna de la órbita, los palatinos, las conchas inferiores de las fosas nasales, el vómer que, atrás, forma el tabique de las fosas nasales y os cartilaginoso por la parte delantera, y el maxilar inferior.

Desarrollo de los huesos del cráneo. — Los huesos de la base del cráneo son de origen cartilaginoso, mientras que los de la bóveda son huesos de membrana. En el embrión aparecen cuatro placas óseas en el tejido fibroso que forma primitivamente la bóveda. Éstas corresponden al frontal, al occipital y á los dos parietales. No acercándose sino lentamente, estas *placas* óseas dejan entre sí, en el recién nacido, espacios de tejido fibroso, depresibles por el dedo, llamadas *fontanelas* (*fig.* 73). La fontanela anterior es cuadrangular; la posterior, más pequeña, es triangular.

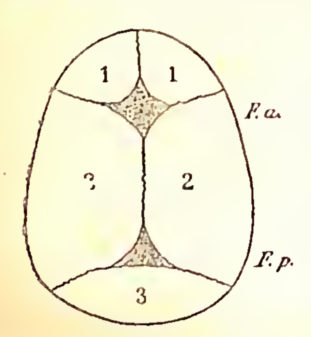


Fig. 73. — *Bóveda del cráneo de un recién nacido.*

1-1. Hueso frontal. — 2-2. Parietales, — 3. Occipital. — *F. a.* Fontanela antorior. — *F. p.* Fontanela posterior.

2º Tronco. — El *tronco* está constituído: atrás, por un eje central, la *columna vertebral*; lateralmente, por las *costillas*; adelante, por el *esternón*. La gran cavidad circunscripta por esta parte del esqueleto, llámase *tórax* ó *cavidad toráciea* (*fig.* 54). Esta cavidad contiene, entre otros importantes órganos, el corazón y los pulmones.

La **columna vertebral** está formada de piezas huesosas llamadas *vértebras*, puestas unas sobre otras.

Una *vértebra* se compone (*fig.* 74): por delante, de un disco redondo, macizo, que forma el cuerpo de la vértebra; por detrás, de un arco óseo, llamado *arco neural*, que limita el *agujero vertebral* colocado detrás del disco. Este arco tiene á cada lado dos eminencias huesosas (las *apófisis transversales*) y por detrás, en la línea media, una tercer apófisis más prominente, la *apófisis espinosa*.



Fig. 74. — *Vértebra del hombre.*
Cuerpo de la vértebra. — 2. Apófisis espinosa. — 3-3. Apófisis transversales.

Á los lados de cada anillo existen además cuatro facetas articulares, que se corresponden dos á dos con las facetas

de las inmediatas vèrtebras superior é inferior. Pueden deslizarse ligeramente unas sobre otras, de manera que permiten cierta flexibilidad á la columna vertebral.

El conjunto de los agujeros vertebrales constituye un largo canal, el *canal vertebral*, que encierra la médula espinal y se comunica con la cavidad craneana por el agujero occipital. La serie de apófisis espinosas forma en la mitad del dorso una cresta sensible bajo la piel, cresta llamada *espina dorsal* (*fig.* 75).

Entre dos anillos vertebrales superpuestos existe, por cada lado, un orificio bastante ancho, denominado *agujero de conjugación*. Por estos agujeros de conjugación salen los nervios raquídeos que provienen de la mèdula espinal (*fig.* 75).



Fig. 75. — *Apófisis espinosas que forman la espina dorsal. Entre las vértebras se ven los agujeros de conjugación.*

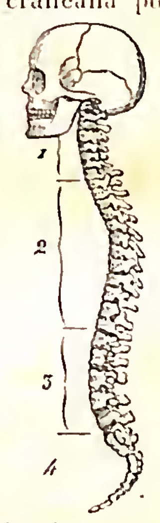


Fig. 76. — *Columna vertebral.*

1. Región cervical, compuesta de siete vértebras. — 2. Región dorsal, compuesta de doce vértebras. — 3. Región lumbar, compuesta de cinco vértebras. — 4 Sacro y cóccix

La columna vertebral (*fig.* 76) se halla en el hombre situada en la parte media y posterior del cuerpo. Se extiende desde el cráneo hasta la extremidad inferior del tronco. Sirve de soporte á la cabeza, de punto de apoyo á las costillas, é internándose profundamente entre los huesos de las caderas (*huesos iliacos*), asegura la unión sólida del tronco con los miembros inferiores.

Se compone de treinta y tres vértebras, divididas en : *siete* en la región del cuello (*vértebras cervicales*); *doce* en la región del dorso, en las cuales van á apoyarse las costillas

(*vértebras dorsales*), *cinco* en las regiones lumbares ó de los riñones (*vértebras lumbares*), más abajo, otras *cinco* vértebras unidas entre sí hasta constituir un solo hueso, el *sacro*, sólidamente embutido entre los dos huesos de las caderas; por último, *cuatro* vértebras rudimentarias forman el *coccix*.

Las vértebras cervicales son las más pequeñas. Las dos primeras, llamadas *atlas*, la que sostiene el cráneo, y *axis*, la que le sirve de quicio, son de grande importancia, pues por ellas descansa la cabeza en el tronco y por ellas está asegurada su movilidad.

La vértebra *atlas* presenta dos pequeñas superficies articulares, ligeramente cóncavas, en las cuales van á apoyarse los cóndilos del occipital Esta articulación permite los movimientos de flexión y de extensión de la cabeza, como asimismo su inclinación á derecha ó izquierda. La denominada *axis* tiene adelante un fuerte saliente óseo, *apófisis odontóidea*, así llamada porque semeja la forma de un diente. Dicha apófisis penetra en la parte anterior muy ensanchada del agujero vertebral de la *atlas*, y forma un eje en torno del cual gira la primera vértebra cervical y la cabeza, por ella sostenida.

Las **costillas** (*fig.* 54) son arcos óseos prolongados y planos, que forman las paredes laterales del tórax. Son doce pares en el hombre y se articulan por atrás con la columna vertebral. Por delante, forman su continuación prolongamientos cartilaginosos, *cartílagos costales*.

Las siete primeras costillas, las *verdaderas costillas*, se articulan directamente por la parte delantera, cada una por medio de un cartílago, con un hueso plano llamado *esternón*. Las tres siguientes, las *falsas costillas*, están unidas por cada lado, por un cartílago común, á la extremidad inferior del esternón. Finalmente, las dos últimas, llamadas *costillas flotantes*, poco desarrolladas, tienen su extremidad anterior independiente en absoluto del esternón.

El **esternón** es un hueso plano situado en la parte media anterior del tórax Está colateralmente sostenido por las costillas y se articula adelante con las clavículas.

Advertencia. — Una vértebra dorsal, las costillas que á ella se articulan por cada lado y sus cartílagos costales, como igualmente la correspondiente porción del esternón á que se unen, forman lo que se llama *segmento torácico* ó

vertebral. Cada segmento, pues, está constituido por el cuerpo de la vértebra que presenta, por detrás, el *arco neural*, protector de la médula espinal, y por delante, el *arco hemal*, mucho más grande, que encierra el corazón y los pulmones (*fig*. 77).

Los naturalistas extienden esta disposición segmentaria hasta las regiones cervical, lumbar y del sacro ó pelviana, considerando las apófisis transversales de las vértebras como costillas rudimentarias.

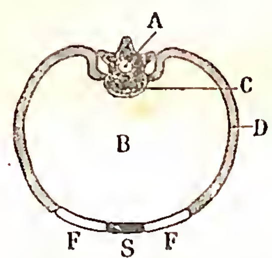


Fig. 77. — *Segmento torácico*.

A. Agujero vertebral circunscripto por el cuerpo de la vértebra C y por el arco neural. — B. Anillo hemal limitado por el cuerpo de la vértebra C y por el arco hemal compuesto de las costillas D, de los cartílagos costales F y del esternón S.

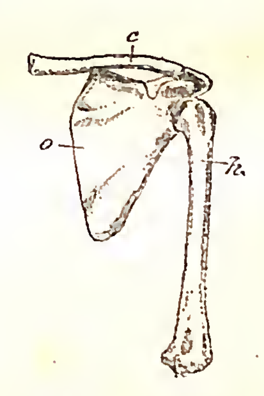


Fig. 78 — *Hombro*.

o Omoplato — c. Clavicula. — h. Húmero.

3º Miembro superior. — El *miembro superior* comprende el *hombro*, el *brazo*, el *antebrazo* y la *mano*.

El **hombro** (*fig*. 78), que une el mienbro superior al tronco, está constituido por estos dos huesos : la *clavicula* por delante y el *omoplato* ó *espaldilla* por detrás.

La *clavicula* es un hueso largo en forma de S, prominente bajo la piel, que va desde el esternón al omoplato y cuyo objeto es mantener la separación de los hombros.

El *omoplato* es un hueso plano, ancho y triangular, colocado por atrás sobre las costillas. Su ángulo externo superior, en el cual se apoya la clavícula, es considerablemente macizo y tiene una cavidad poco profunda, llamada cavidad *glenoidal*, en la cual se aloja y articula la cabeza del húmero.

ADVERTENCIA. — Los dos omoplatos, por detrás, y las dos clavículas, por delante, con la parte superior del esternón forman la *cintura escapular*, que liga al tronco los dos miembros superiores. Muy movible, esta cintura está incompleta en la parte posterior por la separación de los omoplatos.

El esqueleto del **brazo** está formado por un solo hueso, el *húmero*, hueso largo, cilíndrico y abultado en sus dos extremidades : la extremidad inferior semeja una polea con la cual engrana el antebrazo; la superior, redonda á manera de cabeza, se articula con la cavidad glenóidea del omoplato. De este modo puede el brazo moverse en todos los sentidos, en torno del hombro.

El **antebrazo** está constituído por dos huesos, el *cúbito* por la parte interior y el *radio* por la parte de fuera. Su articulación con el húmero la forma el *codo*. El antebrazo no puede más que extenderse ó doblarse sobre el brazo y girar sobre sí mismo merced á la movilidad del radio en torno del cúbito. Este último movimiento se comunica á la mano. El movimiento del antebrazo está limitado atrás por una fuerte apófisis llamada *olécráneo*, que es la parte saliente del codo.

La **mano** se subdivide en tres regiones, á saber : *carpo metacarpo* y los *dedos*.

La *muñeca*, denominada *carpo*, está compuesta de ocho huesecitos.

El *metacarpo* comprende cinco huesos poco largos.

Cada *dedo* de la mano tiene tres *falanges*, salvo el pulgar, que no cuenta más que dos. La tres falanges dichas están compuestas de *falange*, *falangina* y *falangita*, siendo esta última la terminación del dedo.

El *pulgar* puede oponerse a los cuatro dedos, lo que constituye una diferencia entre la mano y el pie.

4º MIEMBRO INFERIOR. — El miembro inferior comprende la *cadera*, el *muslo*, la *pierna* y el *pie*.

La **cadera** es análoga al hombro; está formada, por cada lado, de un solo hueso plano, ancho y muy sólido, llamado *ilíaco*. Los dos ilíacos, articulándose entre sí de adelante atrás con el sacro, constituyen una ancha cintura conocida con el nombre de *cintura abdominal* ó *bacinete*, término inferior de la cavidad del abdomen.

En la pared externa del hueso ilíaco hay, á cada lado,

una ancha y profunda cavidad, llamada *cotiloidea*, destinada á recibir la *cabeza del fémur* (*fig.* 79). Dicha articulación, muy parecida á la del hombro, permite al muslo movimientos en todos los sentidos en derredor de la cadera, pero de menos extensión que los del brazo en torno del hombro.

El hueso iliaco está compuesto de tres huesos distintos : el *ilion*, que forma la región aplanada; el *isquion*, especie de arco óseo sobre el cual se descansa cuando nos sentamos; el *pubis*, en forma de compás, el cual articula con el del costado opuesto para cerrar la pelvis por delante. Estos tres huesos, perfectamente distintos en la edad juvenil, cuando la osificación no es aún completa, se reconcentran hacia el fondo de la región cotilóidea que entrambos contribuyen á constituir.



Fig. 79. — *Cadera.*
ii. Huesos iliacos. — *s.* Sacro — *f.* Fémur.

El **muslo**, á semejanza del brazo, no tiene más que un solo hueso, el *fémur*. Es el más largo y voluminoso de todos los huesos del esqueleto.

La **pierna** está formada por dos huesos : la *tibia* por la parte interior, y el *peroné* por la exterior. El peroné es fijo y no gira sobre la tibia, como lo hace el radio en torno del cúbito.

La unión de la extremidad inferior del fémur y de la extremidad superior de la tibia constituye la articulación de la rodilla, la cual se completa en la parte delantera por un tercer hueso en forma de disco, la *rótula*. Lo mismo que la del codo, la articulación de la rodilla no permite más que los movimientos de flexión y extensión de la pierna respecto al muslo. Como el peroné está fijo á la tibia, para mover el pie hacia dentro ó hacia afuera es preciso mover el muslo al mismo tiempo que la pierna

Las extremidades inferiores de la tibia y del peroné son más abultadas por constituir los *maléolos* ó *tobillos*.

El pie ofrece una estructura comparable á la de la mano; en él se distinguen igualmente tres regiones: el *tarso*, el *metatarso* y los *dedos*.

El *tarso ó garganta del pie* es correspondiente á la muñeca. Tiene siete huesos, de los cuales citaremos estos dos: el *astrágalo*, que se articula con la tibia y el peroné, y el *calcáneo*, que constituye el talón.

El *metatarso* cuenta cinco huesos prolongados, llamados *metatarsianos*.

Los *dedos*, como los de la mano, están constituidos por falanges, falanginas y falangitas, excepto el dedo gordo, que no tiene más que dos falanges y no puede colocarse en dirección opuesta, ó en frente, á los demás dedos.

Los huesos. — Estructura y desarrollo.

91. Forma de los huesos. — Los huesos se dividen, según su forma, en largos, cortos y planos.

Los *huesos largos* pertenecen á los miembros. Tienen generalmente la forma de cilindros ó de prismas triangulares, delgados en su parte media y gruesos en sus extremidades. Presentan interiormente una cavidad longitudinal, rellena de una substancia blanda y grasienta que se denomina *médula*; esta estructura ó disposición tiene por objeto disminuir su peso sin amenguar su solidez. En la parte media de los huesos largos el tejido óseo es duro y compacto; pero va convirtiéndose en esponjoso y areolar hacia sus extremidades. Distínguese en un hueso largo la parte cilíndrica al medio, llamada *diáfisis*, y las extremidades abultadas, llamadas *epífisis*.

Los *huesos cortos* están en gran parte compuestos de tejido esponjoso recubierto por una delgada capa de tejido compacto; se encuentran en la columna vertebral, en la mano y en el pie, donde sirven como de punto de apoyo á otras piezas del esqueleto.

Los *huesos planos* tienen por objeto formar las cinturas ó paredes de las cavidades que encierran y protegen á los órganos internos; tales son los huesos del cráneo, las costillas, los omoplatos, el esternón y los huesos ilíacos. Están constituídos por dos láminas exteriores de tejido compacto, entre las cuales hay una delgada capa de tejido esponjoso.

92. Composición y estructura de los huesos. — Los huesos están esencialmente compuestos de dos substancias: la una cartilaginosa, suave, flexible, llamada *oseina*, constituye la trama orgánica; la otra, dura, pétrea (fosfato y carbonato de calcio) está incrustada en la primera.

Acción del fuego. — Cuando á los huesos se les somete á la acción del fuego al aire libre, se destruye la substancia orgánica y no queda más que una materia calcárea, blanca, porosa, fácil de ser reducida á polvo. Pero cuando la calcinación se verifica en un vaso ó recipiente cerrado, el carbono de oseina se combina con las sales minerales y se obtiene el *negro animal*, utilizado en la industria como decolorante.

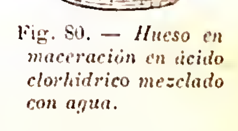
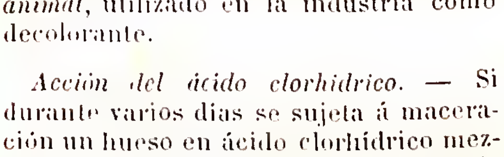


Fig. 80. — *Hueso en maceración en ácido clorhidrico mezclado con agua.*



Acción del ácido clorhidrico. — Si durante varios dias se sujeta á maceración un hueso en ácido clorhídrico mezclado con agua (*fig.* 80), la materia pétrea se disuelve y no queda más que una substancia cartilaginosa, la *oseina*, despojada de su incrustación calcãrea y conservando la forma del hueso.

Cuando con el microscopio se examina una lámina ósea,



Fig. 81 — *Tejido óseo.* Corto do un canal de Havors rodoado do osteoplastos.



Fig. 82. — *Tejido óseo.* *a.* Célula ososa ù osteoplasto. — *c.* Cavidad que la contiene amoldada á ella, ù osteoplasto.

se nota multitud de pequeñas cavidades ovóideas que aparecen (*fig* 81) como otros tantos puntos negros, llamados

osteoplastos, colocados en círculos concéntricos alrededor de un canal óseo denominado *canal de Havers*, que contienen los vasos sanguíneos y linfáticos, como asimismo los nervios destinados á la nutrición del hueso. Los osteoplastos, que se comunican entre sí por finos canalillos, alojan las células óseas estrelladas propiamente dichas (*osteoblastos*), formadas de un núcleo rodeado de protoplasma (*fig.* 82), cuya función es segregar la substancia intersticial orgánica, llamada oseína, que los separa.

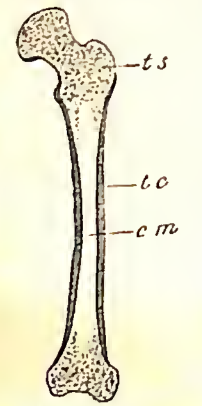


Fig 83. — *Canal medular de un hueso largo*
c m. Canal medular — t c Tejido compacto. — t s Tejido esponjoso

Todos los huesos están recubiertos de una membrana fibrosa muy adherida y bastante delgada, denominada *periostio*, por la cual se deslizan numerosos vasos que se apartan para penetrar en los canales de Havers.

El tejido ososo es generalmente duro y compacto en la superficie de los huesos, bajo el periostio. Va siendo menos compacto y más esponjoso hacia el interior y las extremidades. Los huesos largos de los miembros presentan en su interior un canal medular (*fig.* 83) relleno de una substancia amarillenta, muy vascular, blanda y grasienta, llamada *médula*. La médula es rojiza en el tejido esponjoso.

93 **Desarrollo de los huesos.** — Respecto á su desarrollo, los huesos pueden ser divididos en huesos de *origen cartilaginoso* y en huesos de *origen membranoso*.

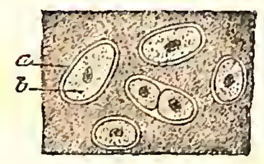


Fig. 84. — *Tejido cartilaginoso.*
a. Cápsula en que se aloja la célula. — b. Célula.

Los huesos de cartílago, que son todos los del cuerpo, excepto los de la bóveda del cráneo y de la cara, como igualmente de las costillas y las clavículas, presentan tres estados sucesivos : estado *mucoso*, estado *cartilaginoso* y estado *óseo*.

La colocación de un hueso comienza á señalarse en el

embrión en formación por un depósito de tejido conjuntivo de células redondas (*tejido embrionario*), que tiene ya, como en miniatura, la forma del futuro hueso.

Después segregan estas células una substancia cartilaginosa intersticial, proporcionándose cavidades en las que permanecen alojadas (*fig.* 84), y así se encuentra constituido el tejido cartilaginoso al mismo tiempo que el hueso se acrecienta en largura y espesor, quedando completamente lleno, sin canal medular y sin aréolas esponjosas.

Luego aparecen en la superficie del cartílago diferentes puntos blanquecinos de osificación, y la substancia ósea penetra poco á poco en el tejido cartilaginoso, le destruye y le sustituye sin que se verifique transformación propiamente dicha.

Los diversos puntos de osificación en un hueso largo, terminan por juntarse, fusionarse, y no quedan más que tres extensos islotes óseos: un islote cilíndrico diafisal y dos placas epifisales. Estas tres partes óseas están separadas durante el periodo de crecimiento por dos zonas cartilaginosas llamadas *cartílagos de conjugación* ó diafisales (*fig.* 85). Por estos cartílagos es por donde el hueso crece en largura. Hasta tanto que la soldadura ósea de la diáfisis y de las epífisis no se ha verificado por completo, el hueso puede prolongarse y el periodo de crecimiento no ha terminado. Esta definitiva soldadura se realiza en el hombre desde los veinte á los veinticinco años.

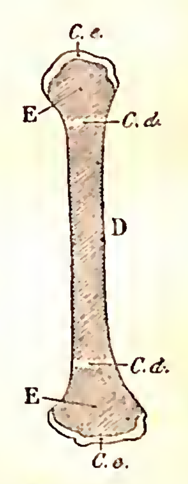


Fig. 85. — *Desarrollo en largura de un hueso.*

D. Diáfisis. — E E. Epífisis — *C.e.* Cartílagos epifisales. — *C.d.* Cartílagos diafisales.

Dos memorables experimentos, el de Duhamel en 1741 y el de Flourens un siglo más tarde, han puesto en evidencia que los huesos crecen en espesor por la secreción de la capa profunda de su periostio, llamada por esta razón capa *osteógena*.

Duhamel ha hecho notar que (mezclando rubia en el régimen alimenticio de un animal, sea puerco ó pichón

por ejemplo, y haciéndole pasar alternativamente de un periodo de alimentación ordinaria á otro igual periodo de alimentación con rubia, y así sucesivamente durante algunos meses) se encuentra en el corte transversal de los huesos largos de tales animales zonas alternativamente rojas y blancas. Si el animal había sido sacrificado después del período de alimentación con rubia, la capa ósea subperióstica era roja, prueba irrefutable de que el hueso crecía por su periferia, esto es, por la capa osteógena de su periostio.

Habiendo ingerido Flourens un hilo de platino bajo el periostio de un hueso largo en un animal joven, le encontró, varios meses después de cicatrizada la herida, en pleno tejido óseo, y aún (según otro experimento) después de mucho más largo tiempo, en el canal medular; nueva prueba absoluta del crecimiento del hueso por la superficie y, por el contrario, de la rarefacción del tejido óseo del lado de la médula.

Si de un animal doméstico se quita un fragmento de periostio, y se le implanta inmediatamente en el tejido celular subcutáneo ó en pleno tejido óseo, después de algún tiempo vuelve á tomar y segregar substancia ósea. Ollier, ilustre cirujano lionés, autor de estos notables experimentos, se valió de la propiedad que el periostio tiene de ser transplantado, para ensayar con éxito en cirugía aplicaciones del injerto animal huesoso.

Cuando el hueso, como ocurre en la bóveda del cráneo, sucede inmediatamente á una membrana fibrosa sin pasar por el estado cartilaginoso, la invasión de la substancia ósea se realiza como en el cartílago.

Advertencia.— Es utilísima, para ayudar á la osificación de los cartílagos en el niño, una alimentación rica en principios minerales, especialmente en fosfatos. La nutrición insuficientemente mineralizada expone á una incrustación deficiente que conduce á que los huesos se encorven, constituyendo así el *raquitismo*. La leche, bajo este y otros aspectos, es el perfecto alimento.

Articulaciones.

94. Diferentes modos de articulación de los huesos. — Entiéndese por *articulación* la reunión de dos ó más huesos

que se tocan correspondiéndose recíprocamente por superficies correlativas. Distínguense: 1º las articulaciones *fijas* por medio de sutura dentada ó escamosa; 2º las articulaciones muy poco movibles, llamadas *sinfisis*; 3º las articulaciones movibles ó *diartrosis*.

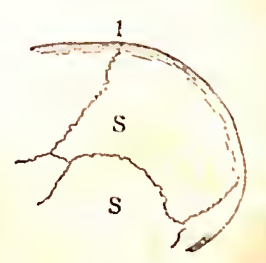


Fig. 86.
1. Bóveda del cráneo. — S.S. Suturas.

En las articulaciones *fijas*, de sutura dentada ó escamosa (*fig*. 86), no es posible ningún movimiento, como los huesos de la bóveda del cráneo que, engranándose por sus bordes dentados, se compenetran unos y otros, y aseguran una solidez y una inmovilidad completas. No obstante, pueden los huesos estar fijos, el uno al otro, por bordes biselados: tales son las suturas escamosas de los temporales con los parietales.

Las *sinfisis* están constituidas por superficies huesosas, entre las que está intercalado un fibro-cartílago, las cuales reunen fuertemente cartílagos periféricos. De aquí que los movimientos de los huesos sean muy leves.

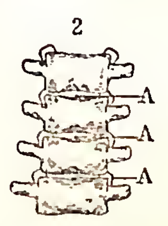


Fig. 87.
2. Sinfisis de la columna vertebral. — A,A,A. Discos inter-vertebrales.

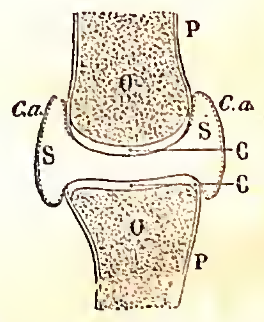


Fig. 88. — *Articulación movible.*
3. Diartrosis. — O,O. Extremidades óseas. — P,P. Periostio. — *C.a.* Cavidad articular. — S,S. Sinovial. — C,C. Cartílago epifisario.

Tales son las articulaciones de las vértebras, separadas unas de otras por un disco elástico fibro-cartilaginoso (*fig*. 87), y la sinfisis pubiana que finaliza el bacinete hacia adelante.

En las *diartrosis* ó articulaciones movibles (*fig*. 88), las superficies articulares de los huesos están recubiertas por un cartílago liso y uniforme, llamado cartílago *epifisario*, que es preciso no confundir con el cartílago diafisario de la conjugación ó del crecimiento. Estas superficies se mantienen unidas por ligamentos extra-articulares ó haces fibrosos que exteriormente las rodean y se tocan de tal manera que forman una cápsula. La articulación de la rodilla posee, además, articulaciones intra-articulares. La cápsula articular está tapizada interiormente por una membrana de naturaleza serosa, llamada *membrana sinovial*, la cual se inserta alrededor de los cartílagos *epifisarios*. La sinovial segrega un líquido untoso y que hace hebra, ligeramente amarillento, cuyo objeto es lubricar las superficies articulares y favorecer su deslizamiento.

El experimento de Weber de Leipzig demuestra que la presión atmosférica contribuye á mantener en contacto las superficies óseas en las articulaciones. Secciónense en un cadáver todas las partes blandas, inclusa la cápsula fibrosa, de la articulación coxo-femoral, y el miembro inferior no se separará ó desligará del tronco. Perfórese en seguida con una barrena el fondo de la cavidad cotiloidea : el aire penetra allí, y el fémur se separa al punto del hueso iliaco, prueba evidente de que sólo la presión atmosférica era la que mantenía unida la cabeza femoral al fondo de la cavidad articular antes de que se diese entrada al aire.

Cuando estiramos los dedos, se desunen las superficies articulares de las falanges, y las partes blandas, yendo á llenar el vacío, dejan oir una especie de chasquido.

RESUMEN

I. Entiéndense por *funciones de relación* las que tienen por objeto poner á los animales en relación con el mundo exterior. Tales funciones presentan dos órdenes de fenómenos distintos : el *movimiento voluntario* y la *sensibilidad*.

II. Los órganos del movimiento voluntario son de dos órdenes : *órganos pasivos* y *órganos activos*. Los primeros son los huesos; los segundos son los músculos.

III. El esqueleto puede ser *interno* y *externo*. El interno pertenece á los animales vertebrados, y está constituido por huesos articulados, unos con otros, y presenta tres regiones distintas : la *cabeza*, el *tronco* y los *miembros*.

IV. El esqueleto externo pertenece á los animales inferiores, y está formado por la piel endurecida, córnea ó calcárea, por ejemplo : los insectos, los crustáceos.

V. Los huesos de que se compone el esqueleto están formados de dos diferentes substancias : la una, cartilaginosa (*oseina*), que constituye la trama orgánica; la otra, calcárea (carbonato y fosfato de calcio), que se incrusta en las fibras y láminas de la primera.

VI. Examinada con el microscopio una lámina ósea transparente, presenta bajo la forma de puntos negruzcos pequeñas cavidades ovoideas, concéntricamente alineadas en torno del *canal de Havers*, por el cual pasan los vasos y nervios alimentadores del hueso. Estas pequeñas cavidades, llamadas *osteoplastos*, penetran en la substancia misma del hueso, comunicándose unas con otras por una fina redecilla de canalículos. En los *osteoplastos* se hallan las células óseas propiamente dichas, denominadas *osteoblastos*; forman el núcleo central, y están muy ramificadas. Sus ramificaciones se comunican entre sí por los canalículos osteoplastos. Segregan la substancia intersticial del hueso, ó sea la *oseina*, que se incrusta de materia calcárea (fosfato y carbonato de calcio).

VII. El desarrollo de un hueso largo presenta tres estados sucesivos : estado *mucoso*, estado *cartilaginoso* y estado *óseo*

VIII. Los puntos de osificación en un hueso largo terminan por fusionarse en tres islotes óseos : un *islote diafisal* y dos *islotes epifisales*, separados de alto en bajo por un cartílago de conjunción.

IX. El crecimiento de los huesos en longitud se verifica por el cartílago de conjugación. Cuando estos cartílagos desaparecen, á la edad de 20 á 25 años, período en que las epífisis se sueldan, paralízase el crecimiento.

X. Los huesos se desarrollan en espesor mediante la capa profunda, llamada *osteógena*, de su periostio

XI. Entiéndese por *articulación* el enlace de dos ó más huesos que se tocan ó corresponden por superficies de recíproca relación.

XII. Distínguense tres clases de articulaciones : las *fijas* é inmóviles por sutura dentada ó escamosa (bóveda del cráneo), las muy poco movibles, denominadas *sínfisis*, con un fibrocartílago interpuesto entre las superficies óseas (articulaciones de las vértebras entre sí, sínfisis pubiana); las muy movibles ó *diartrosis*, en las cuales las superficies articulares óseas son mantenidas en contacto por potentes ligamentos fibrosos que forman una cápsula periférica.

XIII. En las *diartrosis* las superficies óseas están recubiertas de una capa de cartílago. La cápsula está tapizada interiormente de una membrana serosa, llamada *sinovial*, que segrega la *sinovia*, líquido que hace hebra, ligeramente amarillento, destinado á lubricar las superficies cartilaginosas y á tornarlas más deslizables.

CAPÍTULO X

LOS MÚSCULOS

Estructura de los músculos. — Principales músculos del cuerpo humano. — Fisiología del músculo. — Contraccion muscular y miógrafo de Marey. — Fenómenos químicos que ocurren en un músculo en contracción y en reposo. — Fatiga muscular y rigidez cadavérica. — Movimientos. — Locomocion : marcha, carrera y salto.

Músculos en general.



Fig. 89. — *Músculos y tendones.*
1. Cuerpo del músculo. — 2,2. Tendones.

95. Estructura de los músculos. — Si los huesos son los órganos pasivos del movimiento, los *músculos* son los órganos activos Forman éstos lo que vulgarmente se llama la carne de los animales. Distínguense dos clases de músculos: 1º los músculos de fibras *estriadas*, que se contraen á voluntad nuestra; — 2º los músculos de fibras *lisas*, que forman los miembros orgánicos contráctiles, y cuyas contracciones son involuntarias (véase p. 14).

Músculos de fibras estriadas. — Un músculo, el bíceps por ejemplo, situado en la parte anterior del brazo, presenta, en general, un aspecto fusiforme. La parte media es abultada, roja y carnosa; las extremidades, más finas y de blancura nacarada, forman los tendones (*fig.* 89).

En el corte transversal de un músculo (*fig.* 90) se distingue: 1° una envoltura fibrosa generalmente muy delgada, á veces espesa y aponeurótica, que se prolonga al tendón; 2° celdillas, cada vez más pequeñas, formadas por los prolongamientos que tal envoltura dirige ai interior del músculo; 3° haces de fibras musculares, también más finas cada vez, limitadas por las celdillas; 4° la fibra muscular propiamente dicha, último elemento de esta disociación, de una finura extrema, pero de longitud igual á la del músculo.

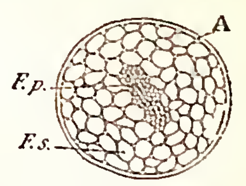


Fig. 90. — *Sección transversal de un músculo.*

A. Aponeurosis de la envoltura. — *F.s.* Celdillas de los haces secundarios. — *F.p.* Fibras musculares.

Esta *fibra ó haz primitivo*, examinado con el microscopio, vése envuelta por una membrana elástica, última expansión de la envoltura fibrosa externa, en la cual se notan diversos núcleos (*fig.* 91. Dicha membrana se llama *miolema ó sarcolema*. La fibra muscular presenta estrías longitudinales y transversales. La estriación longitudinal es debida á las *fibrillas* musculares, mucho más delgadas aún, que constituyen la fibra, teniendo sensiblemente la misma longitud. La estriación transversal es el resultado de las diferentes zonas, alternativamente claras y obscuras, de las fibrillas.

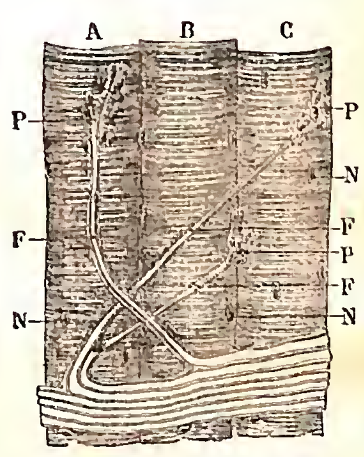


Fig. 91. — *Fibrillas musculares estriadas vistas con el microscopio*

A,B,C. Tres fibrillas musculares estriadas. — N,N Núcleos del miolema. — F,F Fibras nerviosas. — P,P. Placas motrices

Las últimas ramificaciones de los nervios, que penetran en el espesor de los músculos, terminan en las fibras musculares por placas llamadas motrices, compuestas de núcleos y

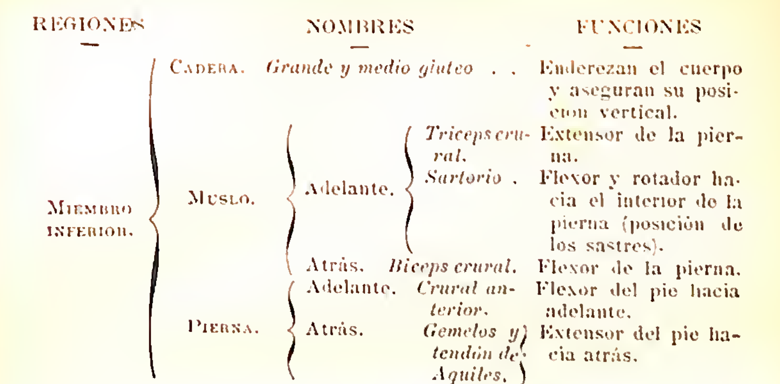
protoplasma granuloso. El cilindro-eje (véase el cap. XI) se ramifica solo, y la vaina de Schwann de la fibra nerviosa se confunde con el miolema de la fibra muscular.

El tejido muscular está químicamente compuesto de 60 á 70 por 100 de agua y de una substancia particular, la *miosina*, análoga á la fibrina. Al comprimir en la prensa un músculo cortado en pedazos, sale de él un líquido llamado *jugo muscular*, muy recomendado contra la tuberculosis por el profesor Richet.

Principales músculos del cuerpo humano.

96. **Enumeración de los principales músculos del cuerpo humano :**

REGIONES			NOMBRES	FUNCIONES
CABEZA.			*Frontal.*	Frunce la frente.
			Orbiculares de los párpados y de los labios.	Cierran los ojos y la boca.
			Temporal y masetero	Masticadores.
CUELLO.			*Esterno-cleido-mastóideo.*	Rotador ó inclinador de la cabeza.
			Escalenos.	Elevadores de las primeras costillas.
TRONCO.	Adelante.		*Gran pectoral.*	Elevador de las costillas y contractor del brazo hacia adelante.
	A los costados.		*Gran oblicuo.* *Gran dentado.* *Intercostales.*	Músculos respiratorios y separadores de las costillas.
	Atrás		*Trapecio.* *Gran dorsal.*	Enderezadores de la cabeza y del tronco.
MIEMBRO SUPERIOR.	HOMBRO.		*Deltoides* (que da forma al hombro).	Elevador de los brazos.
	BRAZO.	Adelante.	*Biceps.* *Braquial anterior.*	Flexores del antebrazo.
		Atrás.	*Triceps.*	Extensor del antebrazo.
	ANTEBRAZO.	Adelante.	*Flexores de los dedos.*	
		Atrás.	*Extensores de los dedos.*	



REGIONES	NOMBRES			FUNCIONES
MIEMBRO INFERIOR.	CADERA.		*Grande y medio glúteo* . .	Enderezan el cuerpo y aseguran su posición vertical.
	MUSLO.	Adelante.	*Triceps crural.*	Extensor de la pierna.
			Sartorio .	Flexor y rotador hacia el interior de la pierna (posición de los sastres).
		Atrás.	*Biceps crural.*	Flexor de la pierna.
	PIERNA.	Adelante.	*Crural anterior.*	Flexor del pie hacia adelante.
		Atrás.	*Gemelos y tendón de Aquiles.*	Extensor del pie hacia atrás.

Fisiología del músculo.

97. Propiedades fundamentales del tejido muscular estriado. — Un músculo presenta tres propiedades principales: 1º *Elasticidad*; — 2º *Contractilidad*. — 3º *Tonicidad*, que es una consecuencia de la elasticidad.

1º *Elasticidad*. — Si en un animal vivo se separa un músculo de una de sus inserciones óseas, vésele en seguida acortarse. Si se le estira y se le suelta de repente, vuelve á su primera dimensión longitudinal. De estos experimentos se deduce que la elasticidad del tejido muscular es á la vez débil y perfecta, puesto que el músculo, cuando se cesa de estirarle, vuelve á tomar exactamente las dimensiones que tenía antes del experimento.

Fig. 92. — *Músculo biceps en estado de flojedad.*

2º *Contractilidad*. — La contractilidad es la propiedad esencial del tejido muscular. La contracción muscular se verifica bajo la influencia del sistema nervioso, sea imperada por

nuestra voluntad, sea de una manera refleja ó involuntaria. En los experimentos de fisiología se la provoca por excitantes diversos, tales como oprimir entre los dedos un músculo puesto al descubierto, depositar en su superficie una gota de ácido, y, más frecuentemente, haciendo pasar por él una corriente eléctrica. En este último caso, se hunden en dos puntos aproximados del músculo agujas de cobre ó de latón en comunicación con los polos de una pila, y se provoca una contracción cada vez que se cierra ó se interrumpe el circuito.



Fig. 93. — *Músculo biceps en estado de contracción.*

Al contraerse un músculo, aumenta en grueso y se hace más ó menos voluminoso. Así, pues, cuando se contrae el bíceps, músculo flexor del antebrazo (*fig.* 92 y 93), se nota bajo la piel del brazo una bola dura y gruesa.

El músculo, al contraerse, cambia de forma, pero no aumenta en volumen. Encerremos en el frasco A, lleno de agua, cuyo tapón permite pasar al tubo B medio lleno del mismo líquido, una anca de rana C recién muerta y puesta en comunicación por medio de dos hilos metálicos con una bobina de inducción (*fig.* 94). Cada vez que se hace pasar la corriente, se contraen fuertemente los músculos; pero la altura del agua no cambia en el tubo, prueba de que el volumen total del anca de rana no ha sufrido modificación alguna.

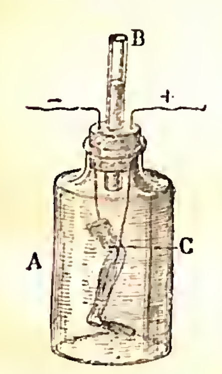


Fig. 94. — *El volumen de un músculo que se contrae, no cambia.*

La contractilidad es una propiedad esencial del músculo, puesto que un músculo vivo, completamente separado ó cuyos nervios motores y sensitivos han sido seccionados, continúa contrayéndose bajo la influencia de los excitantes ordinarios, picadura, corriente eléctrica, etc.

Los *miógrafos* son instrumentos análogos á los cardió-

grafos, pero destinados á amplificar las contracciones musculares y darnos de ellas signos gráficos. El primer miógrafo fué ideado por el físico alemán Helmholtz. Posteriormente fué muy perfeccionado por el fisiólogo francés Marey.

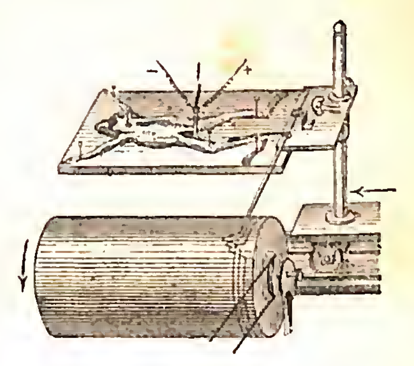


Fig. 95. — *Miógrafo de Marey.*

En el anca de una rana, fija á una placa por largos y finos alfileres, y cuyo nervio ciático correspondiente ha sido puesto al descubierto, disécase un músculo cuya inserción inferior se deja suelta. Clávanse en el nervio ciático dos agujas; estas agujas se ponen en comunicación con una pila ó una bobina de inducción á la cual sirven de reóforos. Átase entonces, mediante un

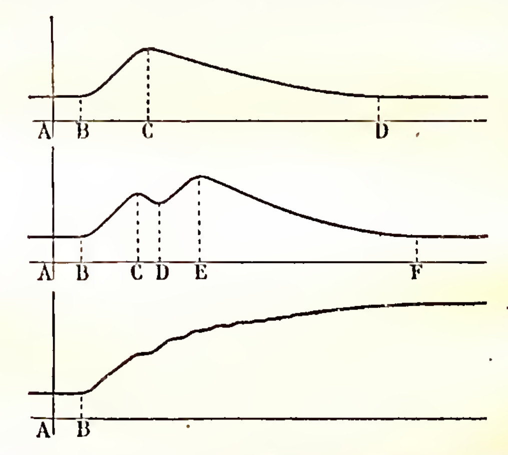


Fig. 96. — 1. Trazado de una contracción muscular. — 2. Dos contracciones musculares consecutivas. — 3. Tétanos fisiológico.

hilo, la extremidad que se ha dejado libre á un pequeño estilete movible alrededor de un eje vertical, y cuya punta

viene á fijarse en un papel recubierto de negro de humo y arrollado á un cilindro que gira con uniforme movimiento (*fig.* 95). Provocándose la contracción del músculo, bien sea una vez, haciendo pasar la corriente de una pila, bien sea dos veces consecutivas cerrando é interrumpiendo casi inmediatamente el circuito, ó bien gran número de veces por medio de una bobina de inducción, se obtendrán los tres trazados que se representan en la *fig.* 96.

En la primera curva, que figura una sola contracción, se ve que ésta puede descomponerse en tres periodos: 1º periodo *latente* muy corto $\left(\frac{1}{100}\text{ de segundo}\right)$, durante el cual el músculo, después de haber recibido la excitación, no está sujeto á su influencia; 2º periodo *creciente* de energía $\left(\frac{1}{6}\text{ de segundo}\right)$, durante el cual se contrae el músculo; 3º periodo *decreciente* de energía $\left(\frac{1}{6}\text{ de segundo}\right)$ correspondiente al estado de descanso ó abandono del músculo. En la rana, una contracción muscular dura, pues, por término medio $\frac{1}{3}$ de segundo. Relativamente es muy lenta.

El segundo trazado nos muestra una segunda contracción muscular provocada durante el periodo decreciente de la primera.

El tercero es el trazado del *tétanos fisiológico* ó contracción permanente del músculo, trazado obtenido mediante una bobina de inducción por excitaciones musculares muy próximas unas á otras. La curva comienza siempre por un periodo latente, continúa por ondulaciones cada vez más pequeñas, hasta que, finalmente, se confunde en una recta horizontal. Sabido es que el *tétanos fisiológico* provocado por la presencia de un microbio especial, que penetra ordinariamente en el organismo por una herida, consiste en la permanente contracción de los músculos de la cara, del cuello, del tronco, ocasionando la muerte por sofocación.

Cuando contraemos un músculo durante cierto tiempo le ponemos en estado de *tétanos fisiológico*, y son precisas unas cuarenta sacudidas para mantenerle así. Es necesario, pues, que las contracciones musculares en los animales de temperatura constante sean más vivas y más numerosas que en los animales de temperatura variable, como la rana.

En nosotros mismos podemos comprobar estas vibraciones continuas por un ruido de particular rodar, llamado *ruido muscular*, que podemos percibir aplicando los dos puños cerrados á las orejas, estando los dedos fuertemente contraídos.

Si las excitaciones musculares sucesivas son muy rápidas, pasan sin dejarse sentir; el músculo no se contrae. Así, una corriente alternativa de alta intensidad, pero de muy frecuentes períodos (más de un millón por segundo) puede parar impunemente á través del organismo humano, mientras que un hombre sería inmediatamente muerto, como herido de un rayo, si la frecuencia fuese menor. Un experimento de los más curiosos consiste en hacer que una persona tenga en cada mano una lámpara incandescente, y después interponerla en un circuito de muy grande frecuencia. Se ve casi en seguida iluminarse las lámparas sin que la persona sujeta al experimento perciba la menor sensación. Este fenómeno eléctrico es absolutamente comparable al hecho de no recibir nosotros los sonidos que cuentan menos de 25 000 vibraciones próximamente por segundo.

Hemos visto que, en estado de reposo, una fibrilla muscular estriada está compuesta de partes alternativamente sombrías y claras. Durante la contracción, las partes sombrías se abultan, llegando á ser voluminosas, mientras que las partes claras tienden á desaparecer.

3º *Tonicidad y estado eléctrico de los músculos.* — Cuando por alguna de sus inserciones se desliga un músculo, se le ve en seguida acortarse por efecto de su elasticidad.

Jamás, pues, está un músculo en completo estado de reposo, sino que siempre se halla más ó menos en tensión. Este fenómeno es conocido con el nombre de *tonicidad muscular*.

Un músculo, en estado de reposo, es recorrido sin cesar por débiles corrientes eléctricas. Diséquese de un animal vivo un músculo importante; se le secciona en seguida transversalmente y se le implantan dos agujas metálicas, una en la superficie del músculo y otra en la parte seccionada. Atando estas agujas á un galvanómetro muy sensible, se nota una desviación de la aguja del galvanómetro cada vez que se cierra ó abre el circuito. Esta desviación

demuestra que la corriente va de la superficie del músculo al punto seccionado.

Cuando á un músculo se le hace contraer bajo la influencia de un excitante físico, las corrientes disminuyen sensiblemente en densidad, á causa de la transformación de la electricidad en trabajo, ó por el nacimiento de nuevas corrientes inversas á las primeras, que tienden á neutralizarlas.

98. Fenómenos químicos que se verifican en un músculo en contracción ó en reposo. — Según los experimentos de Claudio Bernard, tres fenómenos químicos se realizan durante la contracción muscular, cuando la irrigación sanguínea del músculo ha llegado á su máximum :

1º El jugo muscular, alcalino en estado de reposo, tórnase ácido, y esta acidez es neutralizada por la alcalinidad de la sangre;

2º El músculo absorbe y consume la glucosa y las materias grasas aportadas por la sangre;

3º La absorción del oxígeno por el tejido muscular contraido es más considerable que en el estado de reposo. Produce también más gas carbónico y desprende más cantidad de calor. Todos sabemos, en efecto, que el movimiento forzado es el mejor medio de calentarnos, cuando el trabajo muscular está lejos de consumir todo el calor producido.

De las observaciones precedentes resulta que los feculentos y el azúcar son los mejores alimentos musculares, lo cual por otra parte, respecto al azúcar, se ha comprobado en los cuerpos militares en maniobra.

99. Fatiga muscular, rigidez cadavérica.— Cuando el trabajo de un músculo es normal, su reacción ácida, debida principalmente á la producción de ácido láctico, es neutralizada por la alcalinidad de la sangre. Pero, si es exagerado el esfuerzo y por largo tiempo continuado, la reacción ácida del jugo muscular predomina, y el ácido láctico, insuficientemente neutralizado, tiende á coagular la *miosina,* y de aquí la producción de la fatiga y de la *rigidez muscular.*

La *rigidez cadavérica,* que aparece poco después de la muerte, es debida igualmente á la coagulación de la miosina por el ácido láctico en exceso, puesto que no es neutra-

lizado por la corriente sanguínea. Cesa progresivamente al cabo de treinta á sesenta horas próximamente, con el comienzo de la descomposición cadavérica, cuando el amoniaco producido ha neutralizado al ácido láctico. Así se ve en los campos de batalla soldados que han conservado la actitud que tenían en el momento en que fueron muertos.

Movimientos.

100. Diferentes géneros de palancas. — Los diferentes huesos del esqueleto representan verdaderas palancas sujetas en todos sus movimientos á las leyes ordinarias de la mecánica. Encuéntranse en el organismo tres géneros de palancas: pero las del segundo y tercer género son las más comunes.

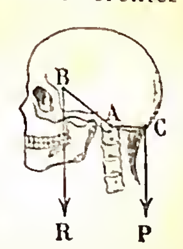


Fig. 97. — *Palanca del primer género (articulación del cráneo y de la columna vertebral.*

Como palanca del primer género citaremos la cabeza, cuyo punto de apoyo (A) se encuentra en la parte superior de la columna vertebral entre la resistencia (R), que es el peso de la cara (B), y la potencia (P) situada atrás, esto es, en la inserción (C) en el hueso occipital de los músculos posteriores del cuello (*fig.* 97).

Como palanca del segundo género mencionaremos el pie, cuyo punto de apoyo (A), durante la marcha, está adelante, cuya potencia (P) está en el talón (C), es decir, en la inserción del tendón de Aquiles, y cuya resistencia (R), que es el peso del cuerpo, sostiene verticalmente en la articulación del tarso (B) con la pierna, y se encuentra por lo tanto colocada entre el punto de apoyo y la potencia (*fig.* 98).

En fin, como palanca del tercer género, citaremos el antebrazo, que tiene su punto de apoyo (A) en la articulación del codo, su resistencia (R) en la mano (B), y cuya potencia (P) se encuentra en la inserción del bíceps (C) en el radio, esto es, entre la resistencia y el punto de apoyo (*fig* 99).

La potencia desarrollada por la contracción de un músculo será, en igualdad de circunstancias, tanto más grande cuanto la inserción de este músculo sea menos oblicua en el hueso movible; pues en el cuerpo humano los músculos

no se insertan la mayor parte de las veces más que de una manera muy oblicua y á pequeñisima distancia del punto de apoyo del hueso que deben mover. Esta última disposición es, pues, muy desfavorable á su potencia, pero es eminentemente favorable á la extensión y rapidez de los movimientos que producen.

Según el sentido de los movimientos que los músculos

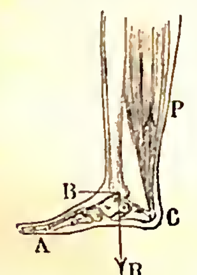


Fig. 98. — *Palanca del segundo género (articulación del tobillo).*

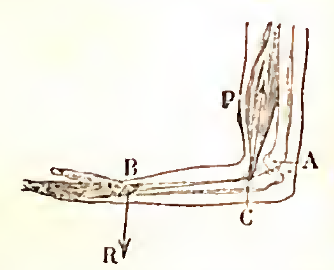


Fig. 99. — *Palanca del tercer género (articulación del codo).*

imprimen á las diferentes partes del cuerpo, se les ha dividido en músculos extensores, flexores, rotadores, elevadores, aductores, abductores, etc. Dícese que los músculos son antagonistas — un flexor y un extensor, un aductor y un abductor — cuando sus acciones recíprocas pueden contrabalancearse y anularse.

101. Diferentes géneros de locomoción del hombre. — Los dos principales géneros de locomoción en el hombre son la *marcha* y la *carrera*.

En la marcha, siempre se apoya un pie en tierra mientras el otro, por un movimiento de balanceo, progresa hacia adelante. Hay momento en que los dos pies se posan juntamente en el suelo, por lo cual distinguense dos tiempos en la marcha : 1º tiempo de *doble apoyo*; 2º tiempo de *apoyo unilateral*.

En la carrera, ambos pies abandonan juntamente el suelo en cierto momento (*tiempo de suspensión*). En el tiempo de suspensión se diferencia esencialmente la carrera de la marcha; entonces es cuando el cuerpo está más cerca del suelo. En el *salto*, el tiempo de suspensión, durante el

cual ambos pies abandonan el suelo, es más largo, y el cuerpo es lanzado á lo alto por el esfuerzo muscular. Durante este tiempo de suspensión es cuando el cuerpo se halla más elevado del suelo.

La gimnástica razonada y el *entrenamiento* tienen por objeto desarrollar los músculos, sometiéndolos á un trabajo progresivo que favorece su acrecentamiento en volumen y energía.

RESUMEN

I. Los músculos de fibras estriadas se contraen voluntariamente: los músculos de fibras lisas, extendidos en forma de membranas contráctiles por las diferentes vísceras, estómago, intestinos, etc., tienen contracciones mucho más lentas é independientes de la voluntad.

II. Un músculo está compuesto de mayor ó menor número de haces muscidares, separados los unos de los otros por tabiques de tejido conjuntivo provenientes de su exterior envoltura fibrosa. Los haces son cada vez más delgados, llegándose finalmente á la *fibra muscular* ó *haz primitivo*.

III. La fibra muscular, muy fina, pero de más largura que el músculo, presenta estrías longitudinales y transversales. Las longitudinales están formadas por las fibrillas que constituyen la fibra: las transversales, por las estrías alternativamente obscuras y claras de las fibrillas.

IV. Las propiedades fundamentales del tejido muscular son la *elasticidad*, la *contractilidad* y la *tonicidad*, la cual es una consecuencia de la elasticidad.

V. La contracción de un músculo es acompañada de una producción de calor, tanto más grande cuanto más dilatados y más rápidos sean los movimientos.

VI. Estúdianse las contracciones musculares por medio del miógrafo inventado por Helmholtz y perfeccionado por Marey.

VII. Tres fenómenos químicos se operan en un músculo en contracción: 1° el jugo muscular, alcalino en estado de reposo, vuélvese ácido; 2° el músculo absorbe y consume la glucosa y las materias grasas aportadas por la sangre, cuyo aflujo es aumentado; 3° la absorción de oxígeno y el desprendimiento de gas carbónico son más considerables, y de ahí la producción de más grande cantidad de calor.

VIII. La fatiga muscular es el resultado de la coagulacion de la miosina por la acidez del músculo. La miosina es una substancia análoga á la fibrina, formando parte integrante de la fibra muscular.

IX. La rigidez cadavérica, que sobreviene poco después de la muerte, es asimismo debida á la coagulacion de la miosina. Tal rigidez cesa cuando comienza la descomposición del cadáver, de treinta á sesenta horas después de la defunción.

X. Las articulaciones y las inserciones de los músculos, que les hacen mover, presentan tres géneros de palancas: los movimientos para enderezar la cabeza son producidos por una palanca de 1^er^ género; los de extensión del pie en la marcha, por una palanca de 2° género: y los de flexion del antebrazo por una palanca del 3^er^ género.

XI. Los diferentes géneros de locomoción en el hombre son la marcha, la carrera y el salto.

XII. En la marcha, un pie reposa siempre en el suelo, y hay un tiempo de *doble apoyo* durante el cual ambos pies están en tierra. En la carrera, el cuerpo en cierto momento está elevado de la tierra y no reposa en el suelo: entonces es el *período de suspensión*, mucho más acentuado aún en el salto.

CAPÍTULO XI

ANATOMÍA DEL SISTEMA NERVIOSO

Sistema nervioso céfalo-raquídeo. — Células y fibras nerviosas (Neurones). — Médula espinal. — Meninges medulares. — Nervios raquídeos. — Bulbo. — Cerebelo y Protuberancia anular. — Pedúnculos cerebrales. Tubérculos cuatrigéminos. Tálamos ópticos, Cuerpos estriados — Hemisferios cerebrales. — Meninges cerebrales. — Nervios craníanos. — Sistema nervioso del gran simpático. — Desarrollo del sistema nervioso

Sistema nervioso en general.

102 División. — El sistema nervioso es el principal instrumento de la máquina animal; él es el que preside las funciones de la vida de relación al mismo tiempo que

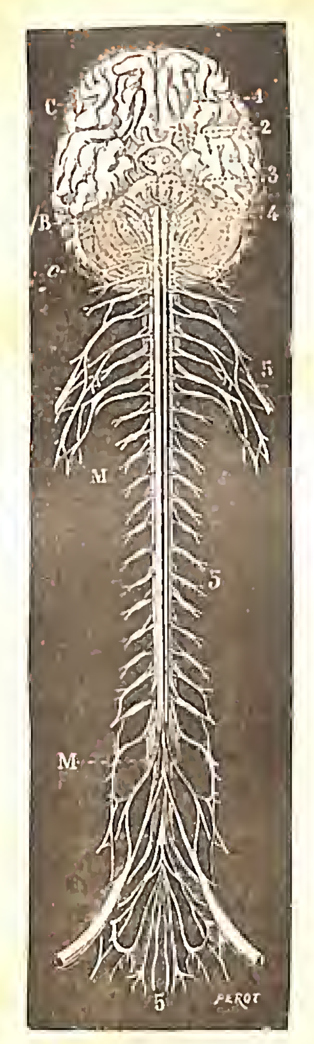


Fig. 100. — *Sistema nervioso central del hombre (cara anterior).*

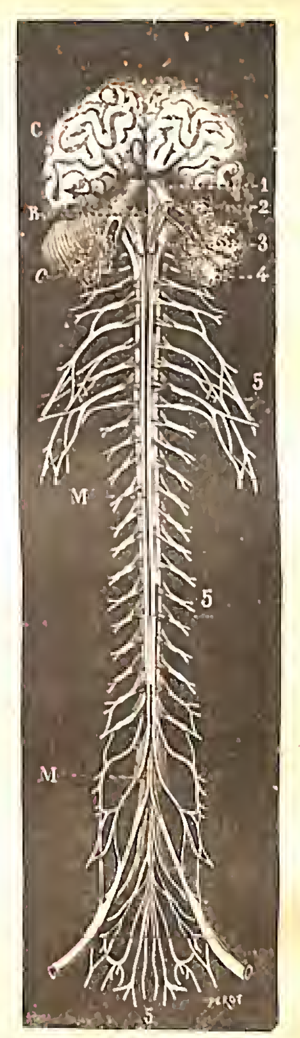


Fig. 101. — *Sistema nervioso central del hombre (cara posterior)*

Fig. 100. — C. Cerebro (base). — B. Bulbo raquídeo ó medula oblonga. — *c*. Cerebelo. — M.-M. Medula espinal. — 1. Nervio olfatorio. — 2. Nervio óptico. — 3. Protuberancia anular. — 4. Pirámides anteriores del bulbo raquídeo. — 5-5-5. Nervios espinales.

Fig. 101. — C. Cerebro (levantados los lóbulos posteriores y rechazados hacia adelante). — B. Bulbo raquídeo. — *c*. Cerebelo; sin el lóbulo medio y separados los lóbulos laterales para dejar ver la cara posterior del bulbo raquídeo. — M.-M Medula espinal. — 1. Pedúnculos del cerebelo. — 2. *Calamus scriptorius (nudo vital)*. — 3 Pirámides posteriores del bulbo raquídeo. — 4. Sección del lóbulo derecho del cerebelo para dejar ver el *árbol de la vida*. — 5-5-5 Nervios espinales.

tiene bajo su dependencia los actos de la vida orgánica. De aquí que haya dos sistemas nerviosos secundarios :

1° *El sistema nervioso céfalo-raquídeo ó de la vida de relación ;*

2° *El sistema nervioso del gran simpático, que preside las funciones de nutrición.*

Sistema nervioso céfalo-raquídeo

103. Generalidades. — El *sistema nervioso cefalo-raquideo* es llamado así porque sus más importantes partes, la médula y el encéfalo, se hallan alojados en el canal raquídeo y en la cavidad del cráneo (*fig.* 100 y 101).

Asiento de las sensaciones, de la inteligencia y del instinto, agente incitador de los movimientos, el sistema nervioso de la vida de relación es el aparato intermediario entre el mundo exterior y el mundo interior, el lazo misterioso que une en el hombre la materia con el espíritu.

Desígnase con el nombre de *encéfalo* el conjunto de centros nerviosos (Bulbo, Cerebelo y Cerebro) encerrados en el interior del cráneo.

Describamos de antemano la estructura del tejido nervioso en general, esto es, la célula y la fibra nerviosa, cuya reunión constituye el *neurón*, y después la *médula*, los *nervios*, el *bulbo*, el *cerebelo* y el *cerebro*.

104. Células y fibras nerviosas. Neurones. — Dos substancias diferentes componen el sistema nervioso : una *gris*, situada en la periferia del cerebro, y del cerebelo, en el centro de la medula espinal y en los ganglios; y otra *blanca*, que forma las partes centrales del cerebro y del cerebelo, los haces exteriores de la médula espinal y los nervios. Estas dos substancias constituyen esencialmente el *tejido nervioso* y son de consistencia blanda y pulposa.



Fig. 102. — *Tejido nervioso visto con el microscopio bajo un débil aumento.*

El tejido nervioso (*fig.* 102) comprende dos elementos

anatómicos : *células nerviosas* y *fibras* ó *tubos nerviosos.*

Las *células nerviosas* (*fig.* 103) se encuentran principalmente en la subtancia gris de los centros nerviosos, de los cuales forman la mayor parte, como igualmente en los ganglios del gran simpático. Sus dimensiones varian de diez á ciento cuarenta milésimas de milímetro. Su forma es asimismo variable : todas están provistas de prolonga-

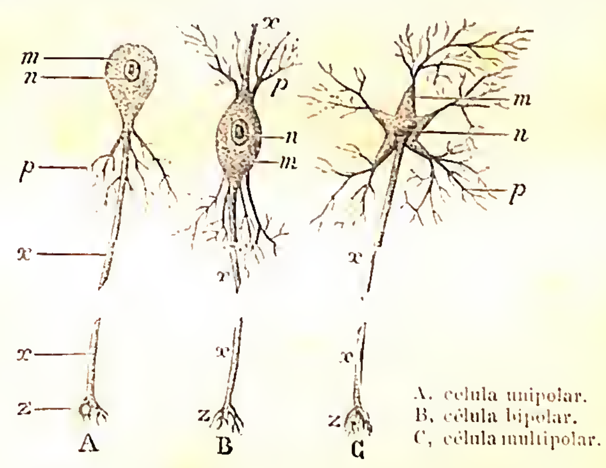


Fig. 103. — *Neurones constituidos por una célula nerviosa, sus dendritas y su cilindro-eje.*

m, célula ; *n*, núcleo ; *p*, prolongaciones protoplásmicas ó dendritas *x*, cilindro-eje ; *z*, arborizaciones terminales del cilindro-eje

ciones arborescentes, llamadas *dendritas* (de δενδρον, árbol), más ó menos numerosas, de donde reciben los nombres que se les ha dado de células *unipolares, bipolares* y *multipolares*, según que presentan una, dos ó más prolongaciones. Cada célula presenta además un prolongamiento no ramificado, frecuentemente muy largo, el cual no tiene más que arborizaciones terminales, que parten del núcleo ó van á reunirse en él, continuándose con las fibras nerviosas, cuya parte esencial constituyen. Tal es el *cilindro-eje*. Cada célula nerviosa está formada de una masa de protoplasma granuloso sin envoltura exterior y contiene un núcleo provisto de un nucléolo.

Las *fibras nerviosas* ó *tubos nerviosos* se hallan en todas

las partes del sistema nervioso, pero muy particularmente en la substancia blanca del cerebro, del cerebelo y de la médula espinal; los nervios están compuestos únicamente de ellas. Son filamentos excesivamente sutiles, de considerable largura, extendiéndose sin interrupción desde los centros nerviosos á los órganos, en los cuales terminan. Su diámetro varía de una á veinte milésimas de milímetro.

Cada fibra nerviosa está formada de un filamento central ó *cilindro-eje* rodeado de una envoltura transparente, constituida por células adiposas que contienen una grasa fosfórea llamada *mielina* y por una vaina llamada estuche de Schwann, lo cual les da aspecto tubuloso, de donde reciben el nombre de *tubos nerviosos* con que también se las designa. Tienen su origen en las prolongaciones cilindráxilas de las células nerviosas. El conjunto de estas fibras puede, pues, ser considerado como un sistema de hilos conductores, mediante el cual se comunican entre sí y con todos los órganos las células de los centros nerviosos.

Ciertas fibras nerviosas, más bien grises que blancas, llamadas fibras de *Remak*, están desprovistas de mielina y de la vaina de Schwann. Se hallan, sobre todo, en el sistema del gran simpático.

Neurones. — Las arborizaciones de las células nerviosas, como igualmente sus prolongaciones cilindráxilas no se anastomosan ni con otras células nerviosas ni con las arborizaciones terminales de otros cilindros-ejes. De la misma manera no se fusionan ni con las paredes de los vasos ni con las vísceras ó tejidos en que terminan. Las células nerviosas, por lo tanto, no tienen entre ellas ni con los diferentes tejidos más que relaciones de *contigüidad* y no de continuidad. Este es un fundamental dato anatómico respecto al funcionamiento del sistema nervioso. Las células nerviosas guarnecidas de sus apéndices, permaneciendo separadas, sin anastomosis entre ellas ó independientes de los otros tejidos, deben ser consideradas como entidades ó *unidades nerviosas*, que se llaman *neurones*.

El neurón está, pues, constituido por una célula nerviosa, su núcleo, sus arborizaciones y su prolongamiento cilindráxil, comúnmente muy largo y destinado á formar los haces nerviosos. Las terminaciones arborescentes del cilindro-eje y de las dendritas son libres. Divídense los

neurones en dos principales clases: *neurones largos* y *neurones cortos.*

Los *neurones largos* están caracterizados por la largura, comúnmente considerable, de su cilindro-eje, el cual, constituyendo los haces nerviosos, va á terminar libremente en otros centros nerviosos ó en la periferia, sirviendo de conductor, según su asiento, á la sensibilidad, á las incitaciones motrices y á las sensaciones particulares de los órganos de los sentidos. También pueden figurar entre los neurones largos los neurones olfatorios, ópticos, sensitivos, motores, etc.

Los *neurones cortos* son aquellos cuyo cilindro-eje no traspasa los límites de la substancia gris donde se asienta su célula de origen. Estos son *neurones de asociación* que ponen en relación de contigüidad los neurones largos de transmisión centripeta con los neurones largos de transmisión centrífuga. Tienen, por lo general, dos ó cuatro prolongaciones cilindráxilas.

105. Médula espinal. — La *médula espinal* es un largo cordón de substancia nerviosa alojado en el canal vertebral que se extiende desde el agujero occipital hasta la segunda vértebra lumbar (*fig.* 104). Presenta dos abultamientos importantes, al nivel de los nervios que terminan en los miembros superiores é inferiores. Su adelgazada extremidad está fija por un largo y fino filamento á las vértebras coccígeas. Este filamento (*filum terminale*) se encuentra en medio de una madeja de nervios que nacen de la extremidad de la médula y forman la *cola de caballo.*



Fig. 104. — *Médula espinal.*

A. Protuberancia anular. — B. Abultamiento cervical ó braquial. — C. Abultamiento lumbar. — D. Filum terminale.

Despojada de las envolturas membranosas ó *meninges* que la rodean, la médula presenta adelante y atrás en toda su largura dos profundos surcos longitudinales, *anterior* el

uno A y el otro *posterior* B, que la dividen en dos mitades laterales y simétricas (*fig.* 105). Nótanse, además, á cada lado otros dos surcos menos profundos y laterales, los *surcos laterales* anterior C y posterior D, que marcan la línea de emergencia de las raíces de los nervios raquídeos. Por último, un surco denominado *intermediario* se dibuja atrás, cerca del surco medio posterior.

Estos surcos dividen cada mitad de la médula en tres cordones :

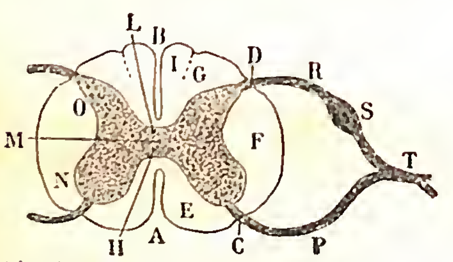


Fig. 105. — *Corte transversal de la médula espinal.*

A. Surco anterior — B. Surco posterior. — C,D. Surcos laterales anterior y posterior. — E,F,G. Cordones anterior. lateral y posterior. — I. Cordón de Goll. — M. Epéndimo. H. Comisura blanca anterior. — L. Comisura gris posterior. — N Cuerno anterior. — O. Cuerno posterior. — P. Raíz anterior de un nervio raquídeo. — R. Raíz posterior. — S. Ganglio espinal. — T. Nervio raquídeo.

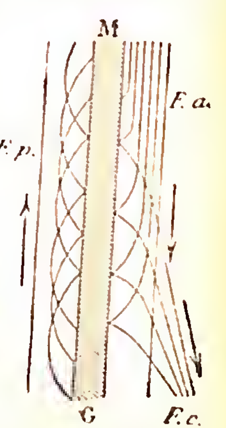


Fig. 106. — *Haces nerviosos de la medula espinal.*

M-G. Eje central de substancia gris. — *F.a.* Haces rectilíneos anteriores. — *F.c.* Haces de nervios centrífugos. — *F.p.* Fibras comisurales posteriores arciformes.

anterior E, posterior G y lateral F. El cordón I, comprendido entre el surco posterior y el surco intermediario, se llama *cordón de Goll.*

En el corte transversal de la médula espinal (*fig.* 105) que presenta una superficie oval, ligeramente aplanada hacia adelante, se nota : 1º en el contorno, profundas escotaduras, sobre todo adelante y atrás, que corresponden á los surcos anteriormente descriptos; 2º una masa de substancia blanca periférica; 3º un eje central de substancia gris que, en el corte, presenta la forma de una H, cuyas extremidades tienen el nombre *cuernos*. Los cuernos anteriores N son más abultados que los cuernos posteriores

O. En el centro de la figura se halla el corte de un pequeñísimo canal, lleno de un líquido incoloro, que ocupa toda la longitud de la médula y se llama el *epéndima* M. En el fondo del surco anterior se encuentra una *comisura de substancia blanca* H; y en el fondo del surco posterior otra *comisura de substancia gris* L.

La substancia blanca está formada sobre todo de fibras nerviosas rodeadas de mielina, pero sin la vaina de Schwann. Son rectilíneas en los cordones anteriores, pero *comisurales* en los cordones posteriores, esto es, tienen la forma de arcos prolongados de arriba abajo, y van á implantarse por sus extremidades en el eje de substancia gris (*fig.* 106).

La substancia gris central está compuesta de células nerviosas estrelladas, voluminosas principalmente en los cuernos anteriores. Se unen entre sí por una especie de tejido celular muy fino llamado *neuroglio*.

106. Meninges medulares. — Llámanse así tres envolturas concéntricas, en forma de estuches oblongados que cubren y protegen la médula en el raquis. La exterior, la *dura madre*, es fibrosa y resistente. La que está en medio, la *aracnoides*, es más delgada y está compuesta de dos hojas unidas, lo cual le da el aspecto de una serosa. La interna, muy fina y celulosa, denominada *pia madre*, que penetra hasta el fondo de todos los surcos de la médula, es recorrida por grandísimo número de vasos sutiles que salen de la médula ó penetran en ella.

Entre la piamáter y la hoja interna de la aracnoides existe cierta cantidad de un líquido casi incoloro y transparente, el *líquido céfalo-raquídeo*, análogo al que hemos visto en el epéndima, en el cual está la médula como suspendida.

107. Nervios raquídeos. — Divídense los nervios en dos grupos, según su origen. El primer grupo comprende doce pares de nervios craneanos; el segundo, treinta y un pares de nervios raquídeos. Trataremos solamente ahora de estos últimos.

Los *nervios raquídeos* nacen por dos raíces de la médula espinal (*fig.* 107). La *raíz anterior* sale del surco lateral anterior; la *raíz posterior*, del surco lateral posterior. Estas dos raíces se reunen, á cada lado, en un solo tronco ner-

vioso en el interior del canal vertebral, pero, antes de juntarse, la raíz posterior presenta un pequeño ganglio, llamado *ganglio espinal*. El nervio raquídeo T (*fig.* 105), formado de dicha manera, sale del raquis por el agujero de conjugación, situado lateralmente entre dos vértebras. Las raíces anteriores y posteriores se continúan, por los cilindros-ejes, con las células de la substancia gris, formando los cuernos del mismo nombre.



Fig. 107. — *Porción de médula espinal para hacer ver el origen de los nervios.*

1-1. Médula espinal. — 2-2. Raíces posteriores de los nervios espinales. — 3-3. Raíces anteriores.

108. Bulbo. — El *Bulbo* B. (*fig.* 108), de tres centímetros de largo, continuación de la médula en la cavidad craneana, se halla limitado, por arriba y por delante, por el borde posterior de la *protuberancia anular*. Está constituído por diferentes cordones de la médula, los cuales, al engrosar, toman el nombre de *pirámides* y tienden á separarse.

Distinguiremos, pues, en el bulbo : dos *pirámides anteriores*, adelante y abajo; dos *pirámides laterales*, que se engrosan para formar las *olivas*; dos *pirámides posteriores*, arriba y atrás, limitadas en la parte interior por *cuerpos restiformes* c. r (en forma de cuerda), que son los prolongamientos de los pedúnculos cerebelosos inferiores. Al separarse los cuerpos restiformes, dejan ver la *tabla del cuarto ventrículo*, cuyo ángulo inferior lleva el nombre de *calamus scriptorius* c. s., por la semejanza que tiene con la pluma de escribir.

El rasgo capital de la estructura del bulbo es la *decusación* ó entrecruzamiento casi completo, de derecha á izquierda y de izquierda á derecha, de las fibras nerviosas que forman los cordones de la médula cuando llegan á las pirámides. Sólo algunos haces de los cordones laterales y los cordones de Goll prosiguen directamente su camino sin entrecruzarse.

109. Cerebelo y Protuberancia anular. — El *Cerebelo Ce* (*fig.* 108), situado atrás y debajo del cerebro, presenta tres lóbulos : un pequeño lóbulo medio, llamado *vermis*

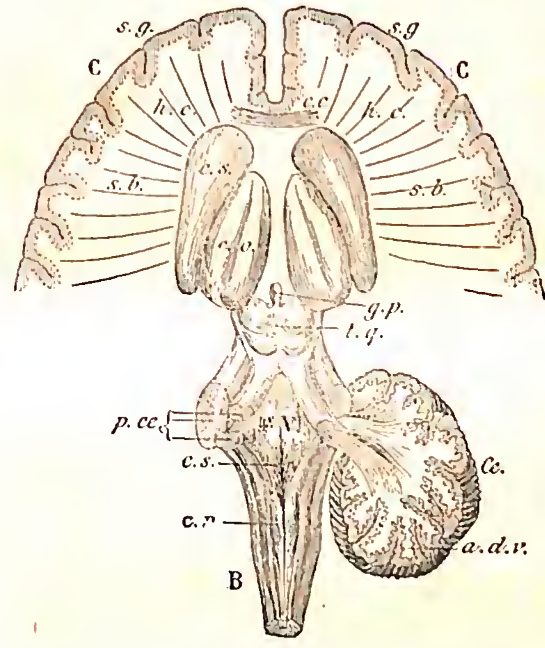


Fig. 108 — *Cara posterior del bulbo y corte horizontal del cerebelo y del cerebro.*

C. Circunvoluciones. — *s.g.* Substancia gris — *s.b* Substancia blanca — *h.c.* Hemisferios cerebrales. — *c.c* Cuerpos callosos. — *c.s.* Cuerpos estriados. — *c o.* Tálamos ópticos — *g.p.* Glándula pineal — *t q* Tubérculos cuatrigéminos. — *Ce.* Cerebelo. — *a.d.v.* Árbol de la vida. — *p.ce.* Pedúnculos cerebelosos. — 4° V. Cuarto ventrículo. — *c.s* Calamus scriptorius. — *c.r.* Cuerpos restiformes. — B. Bulbo raquídeo

á causa de sus estrías transversales que le dan la apariencia de un gusano, y dos lóbulos laterales, más voluminosos, cuya superficie gris amarillenta está dividida, — por numerosos surcos paralelos más ó menos profundos y contiguos como las páginas de un libro, — en lóbulos y lobulillos.

El cerebelo está compuesto de substancia gris en us

superficie y de substancia blanca situada interiormente. Este centro blanco del cerebelo, en el que penetra profunda é irregularmente la substancia gris periférica, presenta, en el corte vertical del órgano, una disposición arborescente, por lo que se le ha dado el nombre de *árbol de la vida a. d. v.*

El cerebelo reposa, á manera de techo, sobre el *ventrículo cerebeloso ó cuarto ventrículo*, comprendido, por abajo, entre los pedúnculos cerebelosos inferiores que forman los cuerpos restiformes *c.r.* del bulbo, y, por arriba, entre los pedúnculos cerebelosos superiores. Este espacio comunica, abajo, con el canal del epéndimo, y, en lo alto, por un orificio valvular (*válvula de Vieussens*), con el *acueducto de Silvio*, que desemboca, como veremos, en el tercer ventrículo cerebral. No se puede percibir el cuarto ventrículo más que verificando una incisión en la parte media del cerebelo y separando á los lados sus dos lóbulos (*fig.* 108).

El cerebelo está sostenido por tres pares de *pedúnculos cerebelosos*, formados de substancia blanca: los *pedúnculos inferiores*, ó cuerpos restiformes del bulbo; los *pedúnculos medios* que se reunen, abajo y adelante, para constituir la *protuberancia anular* ó *puente de Varolio p. a.* (*fig.* 109), especie de largo anillo que abarca los pedúnculos cerebrales en su origen; los *pedúnculos superiores*, que se prolongan por debajo de los *tubérculos cuatrigéminos* para ir á ramificarse y terminar en los *tálamos ópticos* y los *cuerpos estriados*.

110 Pedúnculos cerebrales. Tubérculos cuatrigéminos. Tálamos ópticos y Cuerpos estriados. — Continuación de las pirámides anteriores del bulbo, los *pedúnculos cerebrales p. a.* (*fig.* 109), formados de substancia blanca, se engrosan y se separan después de haber transpasado el borde anterior de la protuberancia anular. Sostienen cuatro pequeñas masas nerviosas redondas, dispuestas por pares, los *tubérculos cuatrigéminos ó lóbulos ópticos t. q.*, de los cuales, sin embargo, están separados por el acueducto de Silvio (*a.d. S*). Delante de los tubérculos cuatrigéminos y detrás de los tálamos ópticos se ve la *glándula pineal ó epífisis g. p.*, del grueso de un guisante, á la que Descartes había hecho asiento del alma. Hoy se considera como el atrofiado centro nervioso de un tercer ojo, muy visible en ciertos reptiles

del período jurásico. Debajo y en la parte diametralmente opuesta, se encuentra la *hipófisis* ó *cuerpo pituitario g. pit.*, que se apoya en el esfenoide.

Por último, cada uno de los dos pedúnculos cerebrales se extienden en dos centros nerviosos muy importantes : los *Tálamos ópticos c. o.* (*fig.* 110), masas rojizas que forman

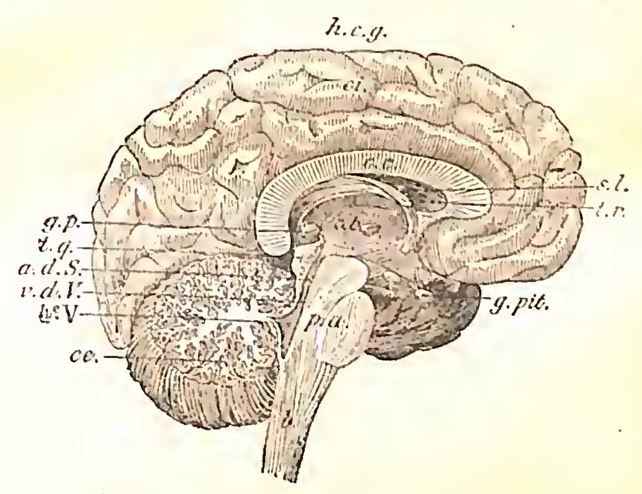


Fig. 109. — *Corte medio y vertical del encéfalo.*

h.c.g. Hemisferio cerebral izquierdo. — *ci.* Circunvoluciones. — *c.c.* nerpos callosos. — *c.o.* Tálamo optico. — *p.a.* Pedúnculo cerebral y Protuberancia anular — *b.* Bulbo raquideo. — *g.p.* Glándula pineal. — *t.q.* Tubérculos cuatrigéminos. — *a.d.S.* Acueducto de Silvio. — *v.d.V.* Válvula de Vieussens. — 4°V. Cuarto ventrículo. — *c.e.* Cerebelo. — *s.l.* Septum lucidum. — *t.r.* Trígono. — *g.pit.* Glándula pituitaria.

las paredes del tercer ventrículo, y los *cuerpos estriados c. s.*, soldados atrás á los tálamos ópticos y formando la tabla del *primero* y *segundo ventrículo lateral* VL. Los tálamos ópticos reunen centros sensitivos, y los cuerpos estriados centros motores.

111. Hemisferios cerebrales. — Los dos hemisferios cerebrales (*fig.* 110), cuya reunión constituye el cerebro, órgano ovóideo de gruesa extremidad dirigida hacia atrás, de 1 350 gramos de peso medio, pueden ser considerados

como el capitel, el coronamiento de los pedúnculos cerebrales. Se ve, en efecto, á las fibras nerviosas blancas, que salen de las circunvoluciones, penetrar en los cuerpos

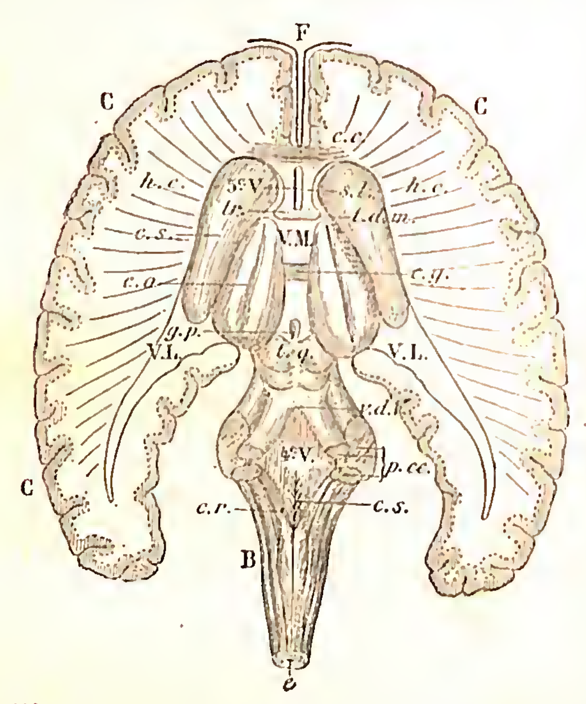


Fig. 110. — *Corte horizontal del cerebro mostrando los ventrículos.*

F. Falce del cerebro. — C. Circunvoluciones. — *h.c.* Hemisferios cerebrales. — *c.c.* Cuerpo calloso. — *s.l.* Septum lucidum. — *t.r.* Trigono — *c.s.* Cuerpo estriado. — *c.o.* Tálamo óptico. — *g.p.* Glándula pineal. — *t.q.* Tubérculos cuatrigéminos — *p ce.* Pedúnculos cerebelosos. — *c r.* Cuerpos restiformes. — B. Bulbo raquídeo.

V.L. 1° y 2° ventrículo lateral. — V.M. Ventrículo medio — *c.g.* Comisura gris que une los tálamos ópticos en el tercer ventrículo ó ventrículo medio. — *v.d.V.* Válvula de Vieussens. — 4°V. Cuarto ventrículo ó ventrículo cerebeloso. — *c.s.* Calamus scriptorius.

estriados y en los tálamos ópticos, formando una corona cuya parte estrecha y convergente toca á estos centros nerviosos.

Los hemisferios cerebrales, como el cerebelo, están compuestos de substancia blanca en lo interior y de subs-

tancia gris en lo exterior, cuyos contornos superficiales forman rodetes llamados *circunvoluciones*. Las circunvoluciones, que describiremos más adelante cuando tratemos de las localizaciones cerebrales, están principalmente constituidas por células nerviosas de forma piramidal, á donde vienen á parar y en donde nacen los cilindros-ejes de las fibras nerviosas que forman la substancia blanca de la corona radiante. La substancia nerviosa cerebral parece insensible.

Los dos hemisferios cerebrales se hallan situados encima del *tercer ventrículo ó ventrículo medio* V. M., comprendido entre los tálamos ópticos. Únense por su parte interna por medio de una serie de membranas nerviosas, de las cuales la más importante es el *trígono tr.* (*fig.* 109), membrana triangular, de ángulo saliente hacia adelante, que se separa por detrás del *cuerpo calloso c.c.*, largo puente de substancia blanca unitiva que se nota en el corte vertical y medio del cerebro. El trígono, inclinándose hacia abajo y hacia adelante, se reune al cuerpo calloso por un transparente tabique medio, formado de dos membranas muy finas, que

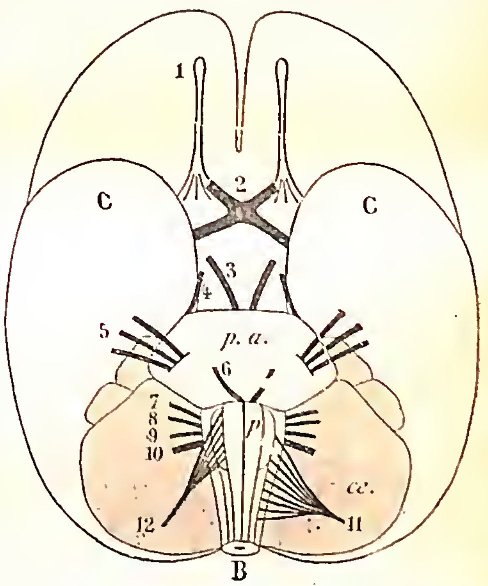


Fig. 111. — *Origen de los nervios craneanos en la cara inferior del encéfalo.*

C. Hemisferios cerebrales. — *p.a.* Protuberancia anular. — *p.* Pirámides anteriores (se ven las olivas á los lados). — B. Bulbo raquídeo. — *ce.* Cerebelo.

1. Nervios olfatorios. — 2. Nervios ópticos. — 3. Nervios motores oculares comunes. — 4. Nervios patéticos. — 5. Nervios trigéminos. — 6. Nervios motores oculares externos. — 7. Nervios faciales. — 8. Nervios auditivos. — 9. Nervios gloso-faríngeos. — 10. Nervios pneumogástricos. — 11. Nervios espinales. — 12. Nervios hipoglosos.

constituyen el *Septum lucidum s. l.* Entre estas dos membranas hay una cavidad completamente cerrada, el *quinto ventrículo* 5º V. (*fig.* 110), llena de líquido céfalo-raquídeo.

Por último, de cada lado del septum, existe bajo el correspondiente hemisferio un ventrículo lateral *primero* y *segundo ventrículo lateral* V. L.), que se comunica por delante con el tercer ventrículo mediante una abertura llamada *agujero de Monro t. d. M.*

Advertencia. — Como el tercer ventrículo se comunica con el cuarto por el acueducto de Silvio, resulta de ahí que todos los ventrículos cerebrales, salvo el quinto, se comunican entre sí y con el epéndimo.

Están tapizados, como el epéndimo, de una finísima membrana epitelial y llenos de líquido céfalo-raquídeo.

112. Meninges cerebrales. — Las meninges cerebrales son la continuación y expansión de las meninges medulares. La *dura madre*, resistente y fibrosa, tapiza el cráneo y emite dos prolongamientos principales: *Falce del cerebro* F. (*fig.* 110), repliegue mediano que separa los dos hemisferios, y *Tapa del cerebro*, colocada atrás entre los hemisferios y el cerebelo.

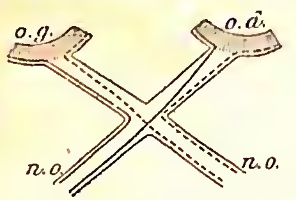


Fig 112. — *Quiasmo de los nervios ópticos.*

n.o Nervios ópticos. — *o.g.* Ojo izquierdo. — *o.d.* Ojo derecho.

La *aracnoides* presenta igualmente dos hojas como en el raquis, hoja parietal adherida á la dura madre y hoja visceral, separada de la pia madre por el líquido céfalo-raquídeo.

La *pia madre*, celulosa, fina y vascular, acompaña al cerebro en todos sus repliegues.

113. Nervios craneanos. — Véase por orden, de adelante atrás, la serie de los doce *pares* de nervios craneanos (*fig.* 111) con su destino y función:

1. Nervios olfatorios. Nervios del olfato; ramifícanse en las fosas nasales.

2. Nervios ópticos. . . Nervios de la vista; se distribuyen en las dos retinas. Sus fibras se entrecruzan y forman el *quiasmo* de los

nervios ópticos (*fig.* 112). En este entrecruzamiento, la mitad de las fibras nerviosas sigue directamente su trayecto hasta parar al ojo del otro lado, mientras que la otra mitad dóblase por dentro é inerva al ojo del mismo lado.

3. Nervios motores oculares comunes . .	Estos nervios animan á los músculos motores del ojo, exceptos el gran oblicuo y el recto externo.
4. Nervios patéticos. .	Nervios motores del músculo gran oblicuo del ojo.
5. Nervios trigéminos.	Los tres brazos del trigémino prestan sus servicios á cara, ojos, nariz, dientes y lengua, dándoles su sensibilidad general. Estos nervios presiden la secrecion de las lágrimas y del moco nasal.
6. Nervios motores oculares exteriores. .	Nervios motores del músculo derecho externo del ojo.
7. Nervios faciales. .	Nervios motores de los principales músculos de la cara. Una rama del nervio facial, la *cuerda del tímpano*, preside la secreción de la glándula salival submaxilar correspondiente.
8. Nervios auditivos. .	Nervios de la audicion, distribuidos en la oreja interna.
9. Nervios gloso-faríngeos	Nervios mixtos, que dan á la lengua su sensibilidad especial ó gustativa y á los músculos de la faringe su contractilidad.
10. Nervios pneumogástricos	Nervios que se distribuyen en el corazón, en los pulmones y en el estómago. Les dan su sensibilidad, y moderan y regulan sus funciones.
11. Nervios espinales .	Estos nervios se distribuyen en los músculos de la laringe.
12. Nervios hipoglosos.	Nervios motores de los músculos de la lengua.

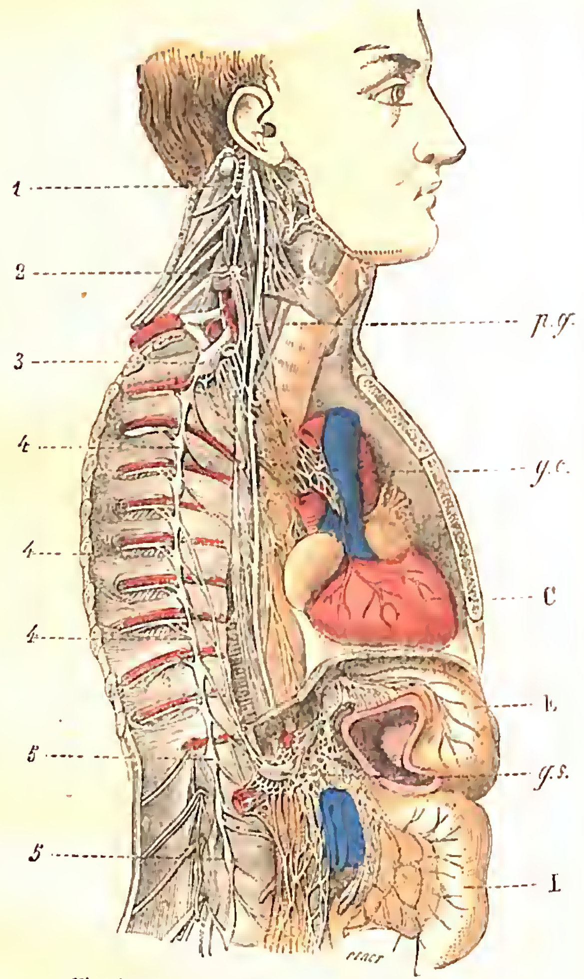


Fig. 113. — *Sistema nervioso del gran simpático.*

-5. Una de las dos cadenas de ganglios que hay á los lados de la columna vertebral; ambas comunican entre sí y con los nervios espinales. — 1, 2, 3. Ganglios cervicales, superior, medio é inferior. — 4-4-4-. Ganglios torácicos. — 5-5. Ganglios lumbares ó abdominales. — *p.g* Nervio neumogástrico (nervio craneal) que se distribuye por los pulmones, el corazón y el estómago. — *g.c.* ganglios y plexo cardiacos del gran simpático. — C. Corazón. — E. Estómago. — *g.s.* Ganglios semilunares y plexo solar, colocados detrás del estómago. — I. Intestinos.

114. Anatomía del sistema nervioso del gran simpático. — El sistema del *gran simpático* ó *sistema ganglionar*, como aún se le llama, compónese (*fig.* 113) de gran número de masas nerviosas ó *ganglios*, situados en la cabeza, en el cuello, en el tórax y en el abdomen, diseminados unos sin orden aparente y dispuestos otros con simetría á cada lado de la columna vertebral. Estos últimos se hallan unidos entre sí por cordones de comunicación, formando de este modo una doble cadena que se extiende desde la cabeza hasta la pelvis.

Cada ganglio está religado por un ramo especial (*ramus communicans*) con la rama anterior del nervio raquídeo correspondiente, y se halla así en comunicación con la médula.

La doble cadena del gran simpático suministra una multitud de nervios que, después de divididos y anastomosados de manera que forman numerosas redecillas ó *plexos*, se extienden por todos los órganos de nutrición (pulmones, corazón, vasos, intestinos, glándulas, etc.), cuyos movimientos han sido substraídos por la sabia previsión que se admira en la naturaleza al imperio de la voluntad y de la conciencia.

Las fibras nerviosas del gran simpático son grisáceas y, la mayor parte, sin mielina y sin estuche ó vaina de Schwann. Tales son las fibras de *Remak*. Las células nerviosas de los ganglios del gran simpático presentan una membrana envolvente, muy al contrario de las células de otros centros nerviosos, que están desprovistas de tal envoltura.

115. Desarrollo del sistema nervioso. — En la cara dorsal del embrión (*fig.* 114) aparece al principio una ranura longitudinal (1). Esta ranura va ahondándose cada vez más hasta formar un canal ó tubo cerrado, abultado en su extremidad superior (2). En este abultamiento, ó *vesícula cerebral primitiva*, se forman dos estrangulaciones que la dividen en tres vesículas, *anterior*, *media* y *posterior* (3). Cada una de las vesículas se divide después en dos vesículas, de manera que existen cinco vesículas (4), dando cada cual nacimiento á una parte del cerebro, mientras que la ranura forma la médula. Sus bordes se dilatan y forman el tejido nervioso. Las cavidades constituyen los ventrículos.

El epéndima es el último vestigio de la ranura primitiva.

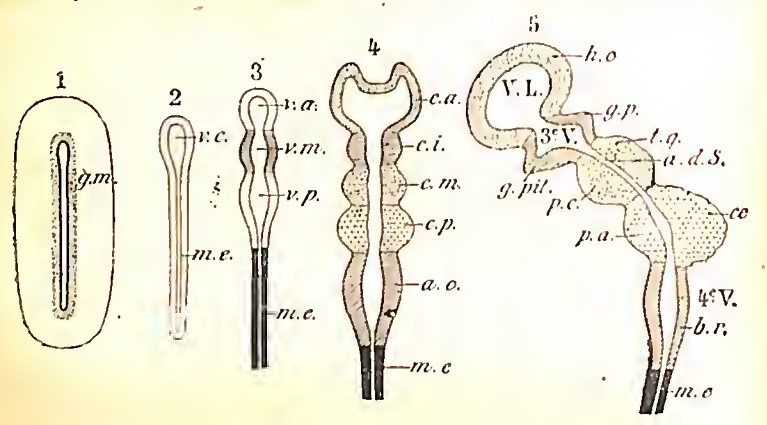


Fig. 114. — *Desarrollo del sistema nervioso céfalo-raquídeo.*

1. Cara dorsal del embrión. — *g. m.* Ranura medular.
2. Sistema nervioso central embrionario. — *v. c.* Vesícula cerebral primitiva. — *m. e.* Médula espinal.
3. División en tres vesículas de la vesícula cerebral primitiva. — *v. a.* Vesícula anterior. — *v. m.* Vesícula media. — *v. p.* Vesícula posterior. — *m. e.* Médula espinal.
4. División en cinco vesículas. — *c. a.* Cerebro anterior. — *c. i.* Cerebro intermedio. — *c. m.* Cerebro medio. — *c. p.* Cerebro posterior. — *a. c.* Trascerebro. — *m. e.* Medula espinal.
5. Flexión hacia adelante al nivel del cerebro medio. — *h. c.* Hemisferio cerebral. — V. L. Ventrículo lateral. — 3° V. Tercer ventrículo. — *g. p.* Glándula pineal. — *g. pit.* Glándula pituitaria. — *t. q.* Tubérculos cuatrigéminos. — *p. c.* Pedúnculo cerebral. — *a. d. S.* Acueducto de Silvio — *ce.* Cerebelo. — *p. a.* Protuberancia anular. — 4° V. Cuarto ventrículo. — *b. r* Bulbo raquídeo. — *m. e.* Médula espinal.

Distínguense, pues, en cierto periodo del embrión cinco cerebros superpuestos :

1° *Cerebro anterior* que forma	los hemisferios cerebrales y sus circunvoluciones, el cuerpo calloso, el septum, el trígono y los cuerpos estriados.
2° *Cerebro intermedio* que forma	la glándula pineal ó epífisis, los tálamos ópticos y el cuerpo pituitario ó hipófisis.
3° *Cerebro medio* que forma	los tubérculos cuatrigéminos y los pedúnculos cerebrales.

4º *Cerebro posterior* que forma	el cerebelo, sus pedúnculos y la protuberancia anular.
5º *Trascerebro* que forma	el bulbo.

Advertencia. — Las cinco vesículas ó cerebros primitivos están al principio superpuestos en el embrión; pero bien pronto se verifica una flexión al nivel de la tercera vesícula ó cerebro medio, y el cerebro anterior, que se desarrolla considerablemente hacia atrás, termina por recubrir las otras partes del encéfalo.

Durante los primeros tiempos de la vida embrionaria, la superficie del cerebro es lisa y sólo poco á poco va replegándose para formar las circunvoluciones.

RESUMEN

I. El sistema nervioso es el principal órgano de la economia. Preside las funciones de la vida de relacion y tiene bajo su dependencia los actos de la vida orgánica. De ahí los dos distintos sistemas nerviosos en el hombre y en todos los animales vertebrados: el *sistema nervioso de la vida de relación* y el *sistema nervosio de la vida orgánica* o *sistema del gran simpático.*

II. En el hombre y en todos los animales vertebrados el *sistema nervioso de la vida de relación* es formado de una parte central y de otra periférica. La parte central, que es llamada *eje céfalo-raquideo*, se compose del *cerebro*, del *cerebelo* y del *bulbo raquideo*, contenidos en el cráneo (encéfalo), y de la *médula espinal*, alojada en el canal vertebral. La parte periférica esta representada por los *nervios*.

III. Dos substancias diferentes constituyen el sistema nervioso: la una *gris*, situada en la periferia del cerebro, del cerebelo, en el centro de la médula espinal y en los ganglios: la otra *blanca*, que forma las partes centrales del cerebro, del cerebelo, los haces exteriores de la médula espinal y los nervios. Estas dos substancias constituyen esencialmente el *tejido nervioso*, de consistencia blanda y pulposa.

IV. El *tejido nervioso* se constituye de células y de fibras. Las *células nerviosas*, unipolares, bipolares ó multipolares, forman en gran parte la substancia gris; las *fibras* ó *tubos nerviosos*, la substancia blanca de los centros nerviosos, y de los nervios. Un NEURÓN está constituido por una célula nerviosa y su prolongamiento cilindráxil, que forma la parte principal de

los nervios. Las partes accesorias ó protectoras de la fibra nerviosa son : la *mielina*, substancia grasosa y fosforea, y la *vaina* ó estuche de Schewann.

V. La *médula espinal* es un largo cordón de substancia nerviosa alojada en el canal raquideo, la cual se extiende desde el tronco occipital hasta la 2ª vértebra lumbar. Surcos longitudinales la dividen en dos mitades simétricas, derecha é izquierda, y cada mitad es también subdividida en tres cordones, anterior, lateral y posterior. En un corte transversal, se ve que la substancia blanca es periférica y que el eje central está formado de substancia gris. Tiene este la forma general de una H, cuyas, extremidades llevan el nombre de *cuernos anteriores* y *posteriores*, de donde nacen las raices de los nervios raquídeos. Al centro se ve el corte del canal del epéndima. La medula está envuelta en tres meninges : la *dura madre*, la *aracnoides* y la *pia madre*. El liquido céfalo-raquideo rellena el epéndima y el espacio comprendido entre la pia madre y la aracnoides.

VI. Los nervios raquideos nacen de la médula por dos raices, una anterior y otra posterior. La posterior lleva un pequeño ganglio, *ganglio espinal*, antes de la union con la raiz anterior, la cual unión se verifica en el canal vertebral mismo. El nervio raquide· así formado, sale por el agujero de la conjugacion correspondiente.

VII. El *bulbo* es el grueso prolongamiento de la médula espinal en el cráneo. Está limitado arriba y adelante por la protuberancia anular. Los cordones de la médula toman en el bulbo el nombre de *pirámides*. Entre los *cuerpos restiformes*, prolongamientos de los pedúnculos cerebelosos inferiores, se encuentra el ángulo inferior del cuarto ventrículo, que ha recibido e. nombre de *calamus scriptorius*.

Las fibras nerviosas se entrecruzan en gran parte en las pirâ mides del bulbo.

VIII. El *cerebelo*, situado atrás y debajo del cerebro, presenta tres lóbulos : un pequeño lobulo mediano, llamado *vermis*, y dos lóbulos laterales mucho más gruesos. La substancia gris periférica está cortada por numerosos surcos paralelos. La substancia blanca es interior. Las arborescencias que se ven en un corte han sido causa de que se le de el nombre de *Arbol de la vida*.

IX. El cerebelo recubre, á manera de techo, el cuarto ventriculo, situado en la cara posterior y superior del bulbo. Está sostenido, por cada lado, por tres pedúnculos cerebelosos, superior, medio é inferior. Al reunirse adelante, forman los pedúnculos cerebelosos la *protuberancia anular*.

X. Los *pedúnculos cerebrales* continúan las pirámides anteriores del bulbo. Sostienen los cuatro *tubérculos cuatrigéminos*

y la *glándula pineal* ó *epífisis*; debajo de ellos se encuentra el *cuerpo pituitario* ó *hipófisis*.

XI. Los pedúnculos cerebrales terminan adelante en los *tálamos ópticos* y los *cuerpos estriados*.

XII. Los *hemisferios cerebrales*, cuya reunión forma el cerebro, pueden ser considerados como coronamiento, como capitel de los pedúnculos. Las fibras blancas, que salen de las circunvoluciones, forman, en efecto, una especie de corona convergente, penetrando en los tálamos ópticos y los cuerpos estriados para ponerse en relación con las extremidades terminales de las fibras de los pedúnculos.

XIII. Los hemisferios cerebrales estan constituidos interiormente por substancia blanca y exteriormente por substancia gris, que forma las *circunvoluciones*.

XIV. Los hemisferios cerebrales están unidos en la linea media por un ancho puente de substancia blanca, el *cuerpo calloso*, debajo del cual se ve el *septum lucidum*, que encierra entre sus dos láminas el *quinto ventrículo*. Debajo del septum está el *trígono*.

XV. El *cerebro* presenta cuatro cavidades que se comunican entre sí y con el epéndima de la médula: llámaseles *ventrículos*. Los dos *ventrículos laterales* están debajo de los hemisferios. Cada uno se comunica, por el agujero de *Monro*, con el *tercer ventrículo* ó *ventrículo medio*, comprendido entre los tálamos ópticos y cubierto por el trígono. El ventrículo medio se comunica con el *cuarto ventrículo* de la cara posterior del bulbo por el *acueducto de Silvio*. El *quinto ventrículo*, completamente aislado, está comprendido entre las láminas del *septum lucidum*. Los ventrículos están llenos de líquido *céfalo-raquídeo*.

XVI. Tres meninges cerebrales, la *dura madre*, la *aracnoides* y la *pia madre*, envuelven al cerebro de la misma manera que á la médula. El líquido céfalo-raquídeo se encuentra entre la pia madre y la aracnoides.

XVII. Los doce nervios craneanos, dispuestos por pares, son : 1º el *olfatorio*; 2º el *óptico*; 3º el *motor ocular común*: 4º el *patético*; 5º el *trigémino*; 6º el *motor ocular externo*; 7º el *facial*; 8º el *auditivo*; 9º el *glosofaríngeo*; 10º el *pneumogástrico*: 11º el *espinal*; 12º el *hipogloso*.

XVIII. El sistema del *gran simpático* se compone de muy numerosas masas nerviosas ó *ganglios*, formando un largo rosario á cada lado de la columna vertebral. Diseminados estos ganglios en la cabeza, en el cuello, en el pecho y en el abdomen, se comunican entre sí y con la médula espinal. De ellos parten filetes

nerviosos que forman *plexos* y se distribuyen á todos los órganos.

XIX. *Desarrollo del sistema nervioso.* — Una simple ranura dorsal y longitudinal es en el embrión el primer vestigio del sistema nervioso. Esta ranura transformase bien pronto en un completo canal, dominado en la extremidad superior por una *vesicula cerebral.* De la vesicula nace el encéfalo y del canal la médula. La vesicula cerebral se subdivide en tres, despues en cinco, cada una de las cuales corresponde á la evolucion de una parte determinada del cerebro.

XX. *Ojeada general sobre la conformación del sistema nervioso.* — Mirado en general el sistema nervioso, puede considerarsele como dos partes que van á su mutuo encuentro y que entran en relaciones de contigüidad en los talamos opticos y los cuerpos estriados que les sirven, por decirlo asi, de correos : 1° los cordones medulares que se prolongan al encéfalo, entrecruzandose para formar las piramides del bulbo y los pedunculos cerebrales; 2° las circunvoluciones de los hemiferios cerebrales, cuyas celulas piramidales forman otros tantos neurones, que constituyen la substancia blanca de los hemisferios y van á parar convergentes á los talamos ópticos y los cuerpos estriados.

CAPÍTULO XII

FISIOLOGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO

Actos reflejos. — Nervios centripetos, centrifugos y mixtos. — Acción del curare. — Funciones de la médula espinal, del bulbo, del cerebelo, de la protuberancia anular, de los pedunculos cerebrales, de los tálamos opticos, de los cuerpos estriados y de los hemisferios cerebrales. — Sueño, ensueños, hipnotismo y sugestion. — Topografia y localizaciones cerebrales. — Papel que desempeñan las meninges y el liquido céfalo-raquideo. — Fisiologia del gran simpático.

Fisiologia del sistema nervioso céfalo-raquideo.

116. Actos reflejos. — Estudiaremos primeramente el mecanismo de la *acción refleja*, que sobresale en la fisiologia del sistema nervioso.

Con el nombre de *actos reflejos* desígnanse ciertos *movi-*

mientos involuntarios ó automáticos que se verifican en las diversas partes del cuerpo de un animal á causa de una excitación cualquiera de tales partes. Inadvertidamente se pica ó se quema un hombre la punta del dedo, y en seguida su brazo se separa bruscamente, sin que la voluntad tenga participación en ello; un ruido repentino que estalla á nuestro lado sin previo conocimiento nuestro, nos hace inmediatamente estremecer... Estos movimientos, de los cuales podríamos citar muchos otros ejemplos, son debidos á acciones reflejas.

Si á una rana recién decapitada se le pincha en la extremidad de una de sus patas, se ve en seguida que tal pata se retira vivamente como si el animal estuviese intacto. He aquí el más sencillo y claro ejemplo de una acción refleja: la excitación producida por la picadura es transmitida (*fig* 115) por los nervios sensitivos hasta el centro de la médula espinal (substancia gris), donde se *refleja*, y volviendo por los nervios motores pone en juego los músculos que están en relación con la parte irritada, y esto, *sin intervención de la voluntad,* puesto que el animal no tiene cerebro. Todas las acciones reflejas de este orden tienen por centro la substancia gris de la médula espinal. Pertenecen á la vida de relación.

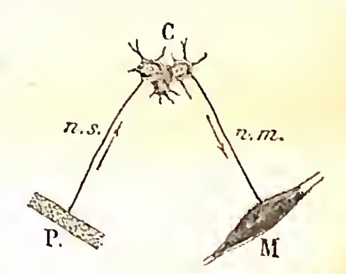


Fig. 115. — *Acción refleja.*

P. Punto de la piel ó de toda la superficie sensible que recibe la excitación. — *n. s.* Nervio sensitivo ó centrípeto que conduce la excitación al centro nervioso C. — *n. m.* Nervio motor ó centrífugo, que conduce la excitación, reflejada por el centro nervioso, al músculo M encargado de ejecutar el movimiento.

117. Funciones de los nervios. — Los nervios presentan dos propiedades esenciales: la *excitabilidad* y la *conductibilidad.*

Cuando en un animal vivo se secciona un nervio mixto, el nervio ciático por ejemplo, el animal, en el momento en que se verifica la sección, lanza gritos y agita con violencia el miembro inferior correspondiente. Es que la sección ha

servido de excitante físico al nervio. Si pinchamos, en seguida el término central del nervio cortado, oímos bien pronto gritos de dolor; si pinchamos el término periférico, el miembro se agita convulsivamente. Se ve que, en estos tres experimentos, ha sido preciso un excitante para poner en juego, para excitar el funcionamiento del sistema nervioso.

Cuando en un animal vivo se secciona completamente un nervio, se llaman en los experimentos de fisiologia: *cabo central*, la parte del nervio ligada á los centros nerviosos médula y cerebro); *cabo periférico*, la parte que tiende á las vísceras, á los músculos y, en general, á la periferia del cuerpo.

Los principales excitantes del sistema nervioso son físicos (golpe, punzada, corrientes de inducción), químicos (ácidos, álcalis) ó fisiológicos, es decir, que dependen del orden de excitación enviada por un centro nervioso.

La conductibilidad hace al nervio desempeñar el papel de hilo conductor. Transmite la excitación producida á un centro nervioso que remite, por medio de otras fibras nerviosas, la orden de movimiento á una placa muscular periférica. Este fenómeno de transmisión es designado en fisiología con el nombre de *influjo nervioso*.

En escrupulosos experimentos de fisiologia se puede medir la velocidad del influjo nervioso: es de 60 metros próximamente por segundo. Se ve que, respecto á la velocidad, el influjo nervioso, cuya naturaleza exacta se ignora, es muy diferente á la electricidad.

Los nervios, como los músculos, son recorridos por débiles corrientes eléctricas. Durante el periodo de excitación la intensidad de estas corrientes disminuye.

En los experimentos de fisiología, es de uso producir la contracción de un músculo excitando el nervio que á él va á parar. Para ello se clavan en el músculo, puesto al descubierto, dos agujas que sirven de reóforos á una bobina de inducción.

Los nervios se dividen en *nervios centrípetos*, *nervios centrífugos* y *nervios mixtos*.

Los nervios centrípetos son sensitivos. Transmiten á los centros nerviosos las impresiones sensorias recibidas por las extremidades. Tales son los nervios olfatorios, ópticos y auditivos. Su sección destruye el olfato, la vista y el oído.

Los nervios centrífugos transmiten las órdenes de contractilidad ó de secreción del centro nervioso, el cual las da

á los músculos ó á las glándulas. Tales son los nervios de los músculos motores de los ojos, los nervios espinales que animan á los músculos de la laringe, los nervios hipoglosos, que se dirigen á los músculos de la lengua, y el nervio facial que anima á los músculos del rostro. Si se secciona un nervio centrífugo ó motor, los músculos á los cuales van á parar, se paralizan en la parte inferior de la sección.

Los NERVIOS MIXTOS, muchísimo más numerosos, presentan influjos centrípetos é influjos centrífugos. Tales son los nervios pneumogástricos y los 31 pares de nervios raquídeos. El nervio mixto está compuesto de distintas fibras nerviosas, las unas centrípetas, las otras centrífugas, teniendo muy frecuentemente núcleos nerviosos de origen muy distinto, de tal suerte que el célebre experimento de Magendie ha permitido establecerle respecto á los nervios raquídeos.

Magendie, en 1822, puso al desnudo la médula espinal de un animal vivo, levantando la mitad posterior del canal vertebral en cierta largura.

Descubiertas así las raíces de los nervios, si se llega á cortar la raiz posterior de un nervio raquídeo, entre la médula y el ganglio espinal (*fig.* 116), el animal lanza desgarradores chillidos en el momento de la sección. Se comprueba, pues, que toda la región invadida por este nervio raquídeo se hace insensible. La excitación del cabo periférico de esta raiz no da resultado alguno; pero la del cabo central aviva los más violentos dolores. Este cruel experimento demuestra, por lo tanto, que las raíces de los nervios raquídeos están exclusivamente compuestos de fibras nerviosas sensitivas ó, dicho de otro modo, centrípetas.

Córtese después la raiz anterior : ninguna manifestación dolorosa se produce entonces, pero los músculos correspondientes al nervio se contraen durante la sección para quedar en seguida en reposo. Se comprueba que están paralizados y que ninguna contracción voluntaria les es posible. Si se excita el cabo periférico de la raiz, los músculos inervados por el nervio se contraen; más si se excita el cabo central, el animal no experimenta dolor. Las raíces anteriores están, pues, exclusivamente formadas de fibras motrices centrífugas.

Las fibras centrípetas y centrífugas son exactamente de la misma estructura, y escrupulosos experimentos fisiológicos han demostrado que un nervio sensitivo puede

transformarse en nervio motor, y viceversa. El nervio no es más que conductor; su función depende del centro nervioso á que está ligado.

Acción del curare. — Puédese obtener la separación fisiológica de las fibras sensitivas y de las fibras motrices por medio del *curare*, veneno que paraliza los músculos,

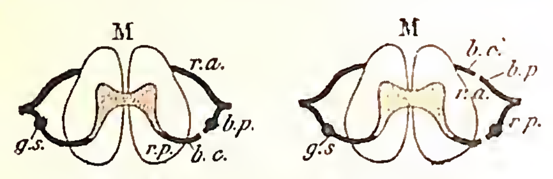


Fig. 116. — *Experimento de Magendie.*

M. Sección de la médula, vista de atrás adelante.
1. Sección de la raiz posterior de un nervio raquídeo. — *r. a.* Raiz anterior intacta. — *r. p.* Raiz posterior cortada en la parte inferior del ganglio espinal *g. s.* — *b. c.* Cabo central. — *b. p.* Cabo periférico.
2. Sección de la raiz anterior *r. a.* — *b. c.* Cabo central. — *b. p.* Cabo periférico.

conservando, no obstante, éstos su sensibilidad. Los indios de la América del Sur se valían del curare para envenenar sus flechas. Sacaban este veneno, bajo la forma de una substancia negra y brillante, soluble en el agua, de diferentes plantas de la familia de las Logoniáceas.

Véase el célebre experimento de Claudio Bernard respecto al curare. Aprisiónase con fuerte ligadura la región lumbar de una rana, pero cuidando de aislar de antemano los dos nervios ciáticos del animal y de no comprenderles en la ligadura. La parte de atrás no se comunica con la parte de adelante más que por estos nervios, estando interceptada toda comunicación vascular. Inyéctase entonces el curare bajo la piel del pecho. Después de algún tiempo, si se llega á pinchar la región superior de la rana, el animal, que siente el dolor, no puede mover sus patas anteriores, las cuales han quedado inertes, pero mueve su parte inferior, lo cual prueba que la cualidad motriz ha desaparecido en la parte superior, aunque se haya allí conservado la sensibilidad, puesto que el animal manifiesta haber sentido el dolor por la agitación de sus patas posteriores.

118. Funciones de la médula espinal. — La médula es á

la vez órgano conductor por las fibras nerviosas de su substancia blanca, y centro nervioso reflejo por su eje de substancia gris, principalmente compuesta de células.

Función conductora. — La sección de los cordones anterolaterales de la médula, después de una excitación violenta y pasajera en el momento de la operación, provoca la parálisis en toda la región del cuerpo situada debajo de la sección. Si no se corta más que un cordón anterolateral, no sobreviene la parálisis más que en el lado correspondiente: pero, en ambos casos, la sensibilidad se conserva. Estos cordones están, pues, compuestos de *fibras centrífugas*, ligando los centros motores del encéfalo y de la médula á las placas musculares en que estas fibras terminan. La excitación del cabo periférico provoca contracciones musculares; la del cabo central es nula.

La sección de los cordones posteriores es muy dolorosa y determina, en las regiones situadas abajo, una diminución de sensibilidad. La sección simultánea del eje gris y de los cordones posteriores destruye completamente la sensibilidad en la parte de abajo. Por lo tanto, los cordones posteriores son conductores centrípetos. La excitación del cabo central es entonces muy dolorosa, y nula la del cabo periférico.

Función de centro nervioso. — El experimento de la rana decapitada (*Actos reflejos*, § 116) es la prueba de que el centro nervioso, el cual recibe la impresión sensible y transmite la orden de movimiento, se encuentra en el eje de substancia gris de la médula. Luego de este experimento podemos deducir que el centro de todos los actos reflejos, es decir, no sujetos á nuestra voluntad, está en la substancia gris de la medula. Uno de los más sencillos ejemplos de este género de movimientos reflejos es el acto de retirar inmediatamente el dedo puesto por inadvertencia en una estufa enrojecida.

La médula puede ser considerada, en su eje gris, como una yuxtaposición de diferentes centros nerviosos. Entre los principales citaremos el *centro cardiaco*, en la base del cuello. Su excitación débil determina una aceleración en los movimientos del corazón; su excitación fuerte, una paralización del corazón tetanizado en sístole. Es, pues, un centro acelerador de las contracciones cardíacas.

119. Funciones del bulbo. — Como la médula, el bulbo desempeña por sus pirámides el papel de conductor y, por su substancia gris, principalmente en el fondo del cuarto ventrículo, el papel de uno de los más importantes centros nerviosos.

Función conductriz. — El entrecruzamiento de las fibras nerviosas, procedentes de la medula, en las pirámides del bulbo, hace que el influjo centrífugo, procedente de uno de los centros motores del cerebro, siga una dirección cruzada. Así, una lesión en el hemisferio cerebral izquierdo determina una parálisis más ó menos completa de la mitad derecha del cuerpo. Si en un animal vivo se secciona la pirámide anterior izquierda del bulbo, determínase igualmente, á causa del entrecruzamiento de las fibras, una parálisis muscular de la mitad derecha del cuerpo.

Múltiples funciones de centro nervioso. — Á la parte posterior del bulbo, en el fondo del cuarto ventrículo, se encuentran reunidos, enteramente juntos, cuatro centros nerviosos muy importantes.

Si se llega á pinchar, completamente abajo, en la punta del calamus scriptorius, la substancia gris del cuarto ventrículo, se determina la muerte súbita del animal por parálización de la respiración y del corazón en diástole. Por tal razón, Flourens, que fué el primero en hacer este experimento, designó á esta región con el expresivo nombre de *nudo vital*. Allí está, en efecto, el origen de los nervios pneumogástricos, es decir, el centro nervioso regulador de los movimientos respiratorios y de los latidos cardiacos.

Hemos de hacer notar, á este propósito, que los movimientos del corazón son ordenados por tres centros de inervación :

1º Por el rosario de pequeños ganglios nerviosos, situados en el tejido mismo del músculo cardiaco, que permiten al corazón continuar latiendo, durante cierto tiempo, cuando es arrancado á un animal vivo, especialmente á una rana ó á un pez.

2º Un *centro moderador* de los latidos, situado en el bulbo, á raiz de los nervios pneumogástricos y cuya excitación paraliza el corazón en diástole;

3º Un *centro acelerador* de los latidos, situado en la

médula, al nivel de la parte inferior del cuello, y cuya excitación, después de haber provocado la aceleración de los latidos, produce la paralización del corazón en sistole, por contracción tetánica.

Al pinchar el fondo del cuarto ventrículo resulta que, si se verifica por *encima del calamus*, se produce la *glicosuria* (presencia de la glucosa en la orina); si *más arriba*, es la *albuminuria* la que aparece; y si *más arriba aun*, hacia el ángulo superior, cerca de la válvula de Vieussens, la *poliuria*, ó notable aumento de la secreción urinaria.

120. Funciones del cerebelo, de la protuberancia anular y de los tubérculos cuatrigéminos. — Habiendo quitado Flourens en 1851 el cerebelo á diversos pichones, continuaron viviendo estos animales, pero sus movimientos eran deconcertados, sin armonía, y de ahí resultaba una completa imposibilidad de mantenerse en equilibrio. Iban dando tumbos continuamente. Este ilustre fisiólogo demostró de esta manera que el cerebelo es el *centro coordinador de los movimientos del cuerpo*. El cerebelo parece completamente extraño á las manifestaciones de la inteligencia y de la sensibilidad.

La sección de un pedúnculo cerebeloso, superior ó inferior, provoca el doblegamiento del cuerpo hacia adelante y movimientos de voltereta, como ocurrió á los pichones de Flourens.

La sección de un pedúnculo cerebeloso medio origina movimientos de rotación del animal en torno de su eje longitudinal. Así, gira rápidamente sobre si mismo. Se sabe que la reunión de dos pedúnculos cerebelosos medios constituye la protuberancia anular.

La ablación de los tubérculos cuatrigéminos determina instantáneamente la ceguera; mas su ación parece limitarse á dar la impresión difusa de la luz; el acto de la visión en detalle depende de las circunvoluciones cerebrales posteriores.

121. Funciones de los pedúnculos cerebrales, de los tálamos ópticos y de los cuerpos estriados. — Los pedúnculos cerebrales son simplemente conductores de los influjos centrípetos que se dirigen á los centros nerviosos y de los influjos centrífugos que de ellos emanan. La

sección de un pedúnculo cerebral acarrea la parálisis del lado opuesto del cuerpo, por efecto del entrecruzamiento de las fibras nerviosas en las pirámides del bulbo.

Los tálamos ópticos y los cuerpos estriados no vienen á ser más que simples postas que ponen á los neurones de los hemisferios cerebrales en comunicación con los neurones que provienen, — por la médula, el bulbo y los pedúnculos cerebrales, — de las partes periféricas del cuerpo. Los tálamos ópticos constituirán dos postas de los neurones centrípetos, porque allí se encuentran cuatro núcleos de substancia gris formando los centros olfatorio, óptico, táctil y auditivo; los cuerpos estriados, dos postas de neurones centrífugos, que ponen en relación de contigüidad al neurón cerebral que proviene de los hemisferios con el neurón encargado de ir á transmitir la orden de movimiento al músculo.

Hemos de advertir que hasta ahora no hemos designado centro alguno nervioso que presida las más elevadas funciones del instinto y de la inteligencia, las manifestaciones del pensamiento en el hombre. Este noble desempeño pertenece á los hemisferios cerebrales.

122. Funciones de los hemisferios cerebrales. — Los hemisferios cerebrales desempeñan, por su substancia blanca, el papel de conductores, ligando los cuerpos estriados y los tálamos ópticos á las circunvoluciones, que forman los más principales centros nerviosos.

Flourens pudo quitar los hemisferios cerebrales á gallinas, palomas y ranas, y algunos de estos animales continuaron viviendo, pero automáticamente, sin iniciativa ni voluntad. Una paloma permaneció inmóvil en su percha y no volaba más que cuando se la arrojaba al aire. Se quedaba con el pico sobre los granos, pero sin comer; era preciso embuchárseles La vida había llegado á ser inconsciente y no se manifestaba más que por actos reflejos.

No parece existir relación bien establecida entre el peso del cerebro y el desarrollo de la inteligencia en el hombre. Si Cuvier, Napoleón I° y Lord Byron tenían cerebros de peso notablemente superior al peso medio, el del cerebro de Gambetta, gran orador, era inferior. Así, los antropólogos actuales procuran más bien establecer relación entre la conformación de las circunvoluciones

y el desarrollo de las diversas facultades intelectuales.

Consideradas bajo un aspecto general, las funciones de la substancia gris de los hemisferios cerebrales, puédense reducir á esto: una ó muchas células nerviosas reciben una impresión centrípeta procedente del exterior ó sugerida por la memoria, y en seguida la *diferencian*, dándole el valor exacto de impresión visual, auditiva, olfatoria ó táctil; en una palabra, la *perciben*. Entonces es cuando interviene la voluntad emitiendo la orden de ejecución de un acto para responder á la percepción recibida.

Cuál sea la causa primera de esta voluntad que obra sobre las células cerebrales para ordenar la producción de un acto, para enviar la orden por medio de los neurones centrífugos, es cosa que ignoramos. Esto no es, ciertamente, un simple acto reflejo, porque entonces la voluntad sería una, idéntica y sin distinción en todos los hombres, mientras que, por el contrario, sabemos cuán diferente es y cómo cada uno interpretamos, á veces de manera muy diversa, los hechos que pasan ante nuestros ojos y cuán varias son las teorías de las acciones humanas. He aquí el punto misterioso donde se para la investigación material del fisiólogo; punto sobre el cual puede arrojar alguna luz el filósofo espiritualista.

Toda lesión del cerebro, al tornar imperfecto el instrumento, provoca perturbaciones de la razón. La locura, la demencia, son resultado de lesiones cerebrales.

La memoria consiste en el almacenamiento de percepciones recibidas por las células cerebrales. A un momento dado, bajo la influencia de nuestra voluntad ó por el hecho de otra percepción (*asociación de ideas*), la sensación, que se hallaba como puesta en reserva, evoluciona y se vuelve á presentar á la inteligencia.

123. Sueño, Hipnotismo y Sugestión. — Las arborizaciones terminales de los cilindros-ejes de los neurones están dotadas de movimientos amibóideos que les permiten alargarse y contraerse, según que reciben una excitación más ó menos viva ó se hallan en reposo. De aquí resultan modificaciones en el estado de contigüidad entre estas extremidades nerviosas y los órganos que inervan. El sueño puede explicarse por el estado de retracción de esa

especie de tentáculos de los neurones, interceptando, como si se tratara de una corriente eléctrica, las comunicaciones nerviosas; y el estado de vigilia, por sus prolongaciones, haciendo más perfectos sus contactos. Los excitantes, como el té, el café, determinan el prolongamiento de las extremidades de los neurones, y los narcóticos, como el cloroformo y el cloral, su retracción. Tal es la nueva teoría del sueño, establecida según los más precisos exámenes histológicos de la célula nerviosa.

Durante el sueño persisten, aunque atenuados, los movimientos reflejos inconscientes. Los latidos del corazón y los movimientos respiratorios se retardan. Al pinchar un dedo á una persona dormida, se la ve retirar la mano sin despertarse, de una manera, por lo tanto, inconsciente.

Si la retracción de las extremidades de los neurones que provienen de los hemisferios cerebrales es incompleta; si hay todavía contigüidad en algunos puntos, ó si, después de profundo sueño, las extremidades de los neurones comienzan á acercarse, á tocarse paralelamente antes del completo despertar, prodúcense imágenes, *ensueños*. Pero esta incompleta actividad cerebral, no estando regida por nuestra voluntad, hállase caracterizada por la incoherencia. Nuestra memoria, aun en el estado inconsciente, puede hacer que nuestros sueños se refieran á sucesos personales.

Durante el sueño se encuentra el cerebro más ó menos anémico; por el contrario, durante el trabajo intelectual la sangre afluye á él en abundancia.

El sueño puede ser provocado, sobre todo en ciertos sujetos de grande impresionabilidad nerviosa ó, como se dice, predispuestos, por medios artificiales: haciéndoles mirar un objeto brillante colocado ante sus ojos; mostrándoles de repente una viva luz; haciéndoles oir de improviso un ruido bastante fuerte, como el sonido de un gongo ó de un tambor. Pero el medio más generalmente empleado consiste en *pases*, y sobre todo en ligeras presiones y fricciones hechas sobre los globos oculares. Por último, sencillamente y por efecto de la sola voluntad se puede sugerir á una persona la idea de dormirse. Esta variedad de sueño provocado ha recibido el nombre de *hipnosis*, de estado hipnótico.

El sujeto hipnotizado está más ó menos anestesiado, y

algunos de ellos han podido soportar una operación quirúrgica, en estado de hipnosis, sin sentir nada.

La característica de la hipnosis es que la persona hipnotizada se encuentra bajo el imperio de la voluntad de quien la ha dormido. Cumple sin vacilar todo lo que le ordena, como romper un vaso, vaciar una botella, y aun la acción más culpable, como robar y apuñalar á cualquiera. Puédesele, además, comunicar sensasiones gustativas ó auditivas, sugiriéndole que bebe un excelente vino, cuando lo que absorbe es simplemente agua, ó que escucha una agradable música. Su expresión mímica traduce los sentimientos agradables ó desagradables que experimenta. Por último, y es cosa más sorprendente, se le puede sugerir al sujeto dormido verificar, en tal preciso momento del día ó del día siguiente y aun á plazo más largo, una acción cualquiera; é infaliblemente, si no se le impide, en el día y hora dichos, tal persona, esta vez en estado de vigilia pero inconsciente, realizará el acto sugerido, cualquiera que sea.

Cuando se despierta al individuo hipnotizado, generalmente soplándole en los ojos, no conserva recuerdo alguno de su estado de hipnosis; pero no por eso queda menos sujeto al imperio de las ideas, buenas ó malas, y las llevará á efecto, movido como por una fuerza interior, inconsciente é invencible. El estado de sugestión debe ser, por lo tanto, admitido hoy día como causa posible de un acto delictuoso y criminal, pero de una manera muy restringida; porque, acerca de todo lo que respecta al hipnotismo, el número de imitadores y de embaucadores es inmenso.

La *letargia*, ó sueño profundo con inmovilidad absoluta é insensibilidad que semeja la muerte; la *catalepsia*, ó sueño con sensibilidad, durante el cual el sujeto conserva los miembros muelles en la posición en que se les ha colocado, cualquiera que ella sea, sin sensación alguna de fatiga, lo cual resulta de la anestesia, son variedades de hipnotismo.

Topografía y localizaciones cerebrales.

124. Lóbulos cerebrales. — Los experimentos de vivisección hechos por el Dr. Ferrier de Londres en animales, — señaladamente en el mono, cuyo cerebro es el que más

se acerca al del hombre por su conformación exterior. — así como el profundo estudio de las enfermedades nerviosas en el hombre, han demostrado que la irritación artificial ó morbosa de ciertas regiones de la capa cortical del cerebro provoca movimientos y contracciones de cierto grupo de músculos; que la destrucción experimental ó morbosa de estas regiones acarrea la parálisis de los

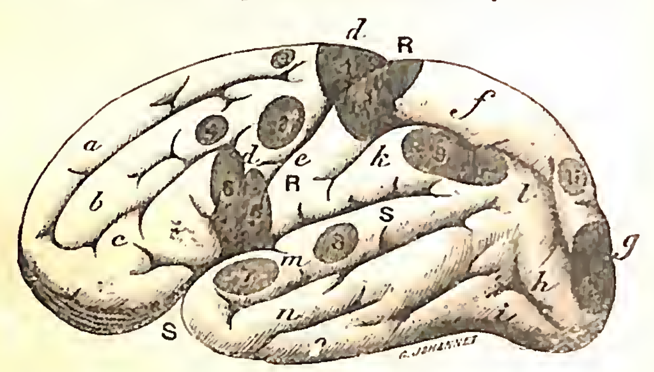


Fig. 117. — *Cara externa del hemisferio cerebral izquierdo.*

mismos grupos musculares. Médicos y fisiólogos, por consecuencia de esto, han deducido de una manera precisa que *ciertos centros motores* y *psíquicos* tienen su asiento en la masa de las circunvoluciones cerebrales. Recordaremos que el hemisferio cerebral derecho gobierna ó dirige el lado izquierdo del cuerpo, y que el hemisferio izquierdo gobierna el lado derecho.

La *fig.* 117 muestra la superficie exterior del hemisferio cerebral izquierdo. Se ve en RR el surco de Rolando, y en SS la cisura de Silvio. Estos profundos surcos dividen la superficie del hemisferio en tres lóbulos: 1º delante del surco de Rolando, el *lóbulo frontal*: 2º detrás del mismo surco, el *lóbulo parietal*; 3º debajo de la cisura de Silvio, el *lóbulo temporal*. Por último, se distingue, además, un cuarto lóbulo, completamente atrás, encima del cerebelo, el *lóbulo occipital*.

125. Circunvoluciones. — El LÓBULO FRONTAL comprende cuatro circunvoluciones: *a* (*fig.* 117), la 1ª circunvolución

frontal; *b*, la 2ª frontal; *c*, la 3ª frontal; y *dd*, la frontal ascendente, que limita por delante el surco de Rolando.

El LÓBULO PARIETAL comprende cuatro circunvoluciones: *ee*, la parietal ascendente que limita por detrás el surco de Rolando; *f*, la parietal superior ó 1ª parietal; *k*, la parietal inferior ó 2ª parietal, que se reune por delante con la parietal ascendente; y *l*, la parte posterior de la 2ª parietal, que ha recibido el nombre de *pliegue curvo*, por causa de su configuración.

El LÓBULO TEMPORAL comprende tres circunvoluciones: *m*, 1ª temporal; *n*, la 2ª temporal; y *o*, la 3ª temporal.

El LÓBULO OCCIPITAL comprende tres circunvoluciones: *g*, la 1ª occipital; *h*, la 2ª occipital, é *i*, la 3ª occipital

126. Localizaciones cerebrales — Al examinar la *fig.* 117, se ve que los centros más importantes están agrupados junto al surco de Rolando, sobre todo en la circunvolución frontal ascendente. He aquí la situación topográfica de los principales centros motores y psíquicos, conforme á los números marcados en la figura.

1. En lo alto del surco de Rolando, en la cúspide de las circunvoluciones frontal y parietal ascendentes, está el *centro motor de los músculos del miembro inferior derecho*;

2. En la parte media de la frontal ascendente, se ve el *centro motor de los músculos del miembro superior derecho*;

3. En la parte posterior de la 1ª frontal, el *centro de los movimientos de rotación de la cabeza y del cuello*;

4. En la parte posterior de la 2ª frontal, el *centro motor de los músculos de la cara*;

5. En la parte inferior de la frontal ascendente, junto á la cisura de Silvio, el *centro de los movimientos de la lengua*;

6. En la parte posterior de la 3ª frontal, el *centro del lenguaje articulado*, descubierto por Broca en 1861. Cuando esa parte posterior de la 3ª frontal del hemisferio izquierdo es destruida ó comprimida por una lesión mórbida, desaparece la facultad del lenguaje articulado. El enfermo conserva la conciencia del valor de las palabras, comprende muy bien lo que se le dice y puede leer y escribir; pero es incapaz de hablar, pues aunque puede mover su lengua y su laringe, ha perdido la memoria de los movimientos necesarios al lenguaje articulado;

7. En el lóbulo temporal, y especialmente en la parte anterior de la 1ª temporal se halla el *centro auditivo*;

8. En medio de la 1ª temporal por debajo de la cisura de Silvio, se halla el *centro de la memoria auditiva de las palabras*. Cuando esta circunvolución queda destruída ó está sujeta á una compresión, desaparece el recuerdo del valor de las palabras. Aunque el enfermo puede hablar, leer y escribir, como ya no comprende el lenguaje articulado, se irrita y cree que su interlocutor le habla una lengua extranjera por él ignorada;

9. En la parte posterior de la 2ª parietal, al nivel del pliegue curvo, está el *centro de la memoria visual de las letras*. Cuando lo único destruído ó comprimido es este centro, la lectura se hace imposible, pues las letras pierden todo significado. Sin embargo, se conservan la facultad y la comprensión del lenguaje;

10. El lóbulo occipital está destinado al *sentido de la vista*;

11. En la parte posterior de la parietal superior se halla el *centro de los movimientos de los ojos*.

Resumiendo, se observa que el cerebro puede considerarse como formado por la asociación de órganos particulares, que residen principalmente en su superficie, en la masa de las circunvoluciones, y cada uno de los cuales es asiento de una faculdad especial. Este admirable descubrimiento de las localizaciones cerebrales, que puede con justo motivo considerarse como uno de los mayores esfuerzos del talento humano, se debe á los largos y pacientes trabajos de los Ferrier, de los Broca, de los Charcot, etc.

127. Papel de las meninges y del líquido céfalo-raquídeo. — La *dura madre* es una envoltura fibrosa muy resistente que contiene y protege al encéfalo. La *aracnoides*, de naturaleza serosa, favorece, sobre todo por su hoja visceral, los ligeros desplazamientos del encéfalo provocados por los bruscos cambios de posición que modifican sus puntos de apoyo en la cavidad craneana, y por las pulsaciones arteriales del cerebro. La *pia madre* sirve para sostener y hacer penetrar en la substancia cerebral los vasos y los nervios alimenticios.

El encéfalo y la médula están como suspendidos en el líquido céfalo-raquídeo que rodea á estos órganos, extendido entre la hoja visceral de la aracnoides y la pia madre. Rellena

igualmente las cavidades ventriculares y el epéndima. Como las pulsaciones cardíacas son fuertemente transmitidas al encéfalo, la tierna pulpa cerebral correría riesgo de ser herida contra las duras paredes de la cavidad craneana, si el líquido céfalo-raquídeo, que progresivamente es desplazado por el choque para después recobrar su puesto primitivo, no formase una especie de envoltura elástica, de almohadón de agua, destinado á amortiguar tales golpes.

Fisiologia del gran simpático.

128. Funciones del gran simpático. — El sistema del *gran simpático* está compuesto de ganglios que hacen el oficio de centro nervioso ó más bien de posta, destinados á poner en comunicación los neurones que provienen de las vísceras con los neurones del sistema céfalo-raquídeo. Los nervios que le constituyen, desprovistos de mielina, unos son centrípetos y otros centrífugos.

La nota dominante de la fisiología del gran simpático, es que éste rige exclusivamente órganos de nutrición, cuya acción no está sujeta á nuestra voluntad. Excepción hecha de las fibras musculares estriadas del corazón, las fibras centrífugas del gran simpático terminan todas en las fibras musculares lisas ó fibras-células de las membranas musculares viscerales. Las fibras centrípetas nacen de las mucosas.

Una de las principales funciones del gran simpático es regularizar la circulación y la distribución del calor animal, como lo hemos visto en los capítulos precedentes, por sus nervios vaso-motores, contractores y dilatadores, que animan las túnicas musculares de los vasos sanguíneos.

El gran simpático preside igualmente las secreciones glandulares (saliva, lágrimas, transpiración, etc.).

RESUMEN

I. Desígnanse bajo la denominación de *acciones reflejas* todos los *movimientos involuntarios* ó automáticos que se producen en las diversas partes del cuerpo de un animal á causa de una excitación cualquiera de sus partes. Estas acciones pertenecen, las unas, á la vida de relación, y las otras á los órganos de la vida de nutrición.

II. Todo movimiento reflejo comprende tres fases distintas: 1ª excitación de un nervio sensible; 2ª transmisión de esta excitación por el mismo nervio á las células nerviosas de la médula ó del cerebro (centro reflejo); 3ª transmisión, en retorno de la excitación, de una orden de movimiento por medio del nervio motor á las fibras musculares encargadas de ejecutarla.

III. La substancia gris y la substancia blanca desempeñan cada una un papel esencialmente distinto. La substancia gris, casi enteramente compuesta de células nerviosas, es el elemento activo del sistema nervioso: es el asiento de la sensibilidad, de la inteligencia, y el agente incitador de los movimientos. La substancia blanca, exclusivamente compuesta de fibras nerviosas, desempeña simplemente el papel de conductor: sirve para transmitir de la periferia al centro las impresiones sensitivas, y del centro á la periferia las excitaciones motrices.

IV. Los nervios presentan dos propiedades esenciales: la *excitabilidad* y la *conductibilidad.*

V. Divídense los nervios en *sensitivos* ó *centrípetos* (nervios olfatorios, ópticos, auditivos); *motores* ó *centrífugos* (nervios motores de los ojos, hipoglosos); *mixtos*, á la vez centrípetos y centrífugos por fibras diferentes (nervios raquídeos).

VI. Las raíces medulares anteriores de los nervios raquídeos son motrices; las posteriores son sensitivas.

VII. La médula es á la vez un órgano centrífugo por las fibras blancas que forman sus cordones antero-laterales, y una asociación de centros reflejos por su eje de substancia gris y sus cordones posteriores sensitivos, formados de fibras centrípetas que van á parar al eje.

VIII. La picadura de la punta del *calamus scriptorius* en el fondo del *cuarto ventrículo* (cara superior y posterior del bulbo) determina la muerte inmediata por paralización de la respiración y del corazón en diástole. Á esta región ha dado Flourens el nombre de *nudo vital.*

IX. El *cerebelo* es el órgano de la coordinación de los movimientos.

X. Los *tubérculos cuatrigéminos* son centros visuales.

XI. Ls *tálamos ópticos* y los *cuerpos estriados* son centros nerviosos que constituyen postas entre los pedúnculos cerebrales, formados por la reunión y dilatación de las pirámides del bulbo, y las fibras blancas procedentes de las células nerviosas de las circunvoluciones. Los tálamos ópticos sensorios corresponden á los órganos de los sentidos; los cuerpos estriados son motores.

XII. Los *hemisferios cerebrales* son, por sus *circunvoluciones*, compuestas de substancia gris, el lugar preferente de las manifestaciones del más elevado orden, esto es, del pensamiento y del instinto.

XIII. El *sueño* es el resultado de la retracción y de la falta de contigüidad de las extremidades cilindráxilas de los neurones. Va acompañado de cierto grado de anemia cerebral. La *hipnosis* es el sueño provocado por medios artificiales en ciertos sujetos predispuestos.

XIV. Las meninges cerebrales y el liquido céfalo-raquideo, en el cual se encuentran, en cierto modo, suspendidos el encéfalo y la médula, protegen á estos órganos, amortiguando el efecto de las pulsaciones arteriales contra la inextensible bóveda craneana.

XV. El sistema del *gran simpático* tiene bajo su dependencia las diversas funciones de la vida orgánica (digestión, circulacion, respiracion, secreciones). Ha de notarse que el funcionamiento de todos estos órganos no está sujeto á nuestra voluntad.

XVI. El gran simpático regulariza la circulación de la sangre y la produccion del calor animal por medio de los *nervios vasomotores*, *contractores* y *dilatadores* de los vasos sanguineos que de él dependen.

CAPÍTULO XIII

ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

La piel y el tacto. — La lengua y el gusto. — La mucosa pituitaria y el olfato. — La oreja y el oido. — El ojo y la vista.

Sensibilidad general y órganos de los sentidos.

129. Sensibilidad general. — Todas las células, todos los tejidos que de ellas provienen, son sensibles, esto es, capaces de percibir una excitación exterior, tal como un golpe, un choque, una quemadura que producen dolor. Esta sensibilidad general es un fenómeno propio de todos los orga-

nismos vivos. Las sensaciones del hambre, de la sed, de la necesidad de respirar, son fenómenos del mismo orden.

Mas, aparte de la sensibilidad general, existen sensaciones particulares, completamente especiales, recogidas por determinados órganos, llamados *órganos de los sentidos.*

Por medio de estos órganos se perciben y aprecian las diversas cualidades ó propiedades de los cuerpos que nos rodean. Los sentidos del hombre son cinco, á saber : *tacto, gusto, olfato, vista* y *oído.*

Cada uno de estos sentidos es ejercido por medio de un aparato especial que comprende : 1° un órgano particular más ó menos complejo que recibe la impresión; 2° un nervio sensitivo encargado de conducir la impresión producida; 3° un centro nervioso que la percibe y la transforma en *impresión consciente ó sensación.*

La piel y el tacto.

130. La piel. — El sentido del tacto nos advierte del contacto con los cuerpos exteriores y nos permite apreciar las diferentes cualidades de su superficie, su magnitud, su forma, su solidez, su temperatura.

El cuerpo del hombre está revestido de una membrana tegumentaria, de un milímetro de espesor próximamente, designada con el nombre de *piel.* La piel está compuesta de dos capas distintas : la *epidermis* y la *dermis.*

La *epidermis*, muy delgada, comprende dos capas : 1° una *capa exterior ó lámina córnea* superficial; 2° una *capa profunda ó cuerpo mucoso de Malpighi.*

La *capa córnea* está formada por una envoltura de células epiteliales muertas, planas y desecadas, que se deshojan é incesantemente son renovadas de tal manera que la epidermis no se destruye. Esta membrana es semitransparente y poco permeable á los líquidos.

El *cuerpo mucoso* de Malpighi, subyacente, está constituído por células vivas y redondas, siempre dispuestas á multiplicarse. Este cuerpo es pues el especialmente encargado de proveer al reemplazamiento de las células planas y muertas de la capa superficial. Estas células encierran además el pigmento que da á la piel su coloración, variable según las razas. El cuerpo mucoso ocupa los surcos hun-

didos entre las eminencias de las papilas de la dermis.

La capa córnea de la epidermis es insensible, pero su capa mucosa es, por el contrario, extremamente sensible.

La *dermis* (*fig.* 118) es la parte más densa de la piel. Está formada por un fieltraje sólido y apretado de fibras del tejido conjuntivo, entre las cuales se encuentran mezcladas gran número de fibras elásticas. Únese á los músculos ó á otras partes subyacentes por un flojo tejido celular, infiltrado de células adiposas (*tejido célulo-adiposo*).

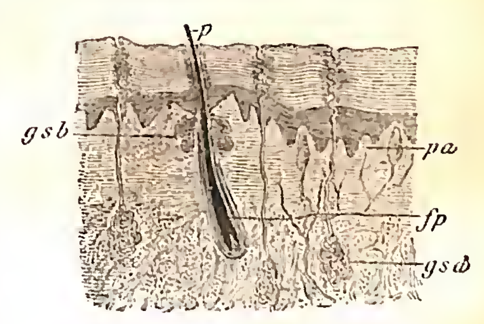


Fig. 118. — *Dermis y epidermis.*

p. a. Papilas. — *g. sd.* Glándulas sudoríparas. — *f. p.* Folículo piloso. — *p.* Pelo. — *g. sb.* Glándulas sebáceas.

La superficie de la dermis está erizada de multitud de pequeñas prominencias rojizas ó *papilas pa.*, que forman, en la palma de las manos y en la planta de los pies, series lineales que aparecen á través de la epidermis. Estas papilas se dividen en *vasculares*, formadas por vasos sanguíneos, y en *nerviosas*, que reciben los extremos de los nervios sensitivos.

Encuéntranse, además, en el espesor de la dermis, aparte de las papilas de su superficie, *glándulas sudoríparas, folículos pilosos* y *glándulas sebáceas.*

Glándulas sudoríparas. — Encargadas de segregar el sudor, las *glándulas sudoríparas g. sd.* (*fig.* 118), que fácilmente pueden percibirse en un corte microscópico de la piel, están alojadas en el grueso de la dermis y extendidas en toda la superficie del cuerpo.

Están formadas por el apelotonamiento, llamado *glomérula*, de un pequeño tubo terminado en bolsa, el cual comunica con el exterior por medio de un canal secretorio contorneado en espiral. Los orificios de las glándulas sudorí-

paras constituyen con los de las glándulas sebáceas los *poros* de la piel.

La glómerula de las glándulas sudoríparas está englobada en una rica redecilla vascular, por la cual circula la sangre necesaria para la producción del sudor.

Glándulas sebáceas. — Las *glándulas sebáceas* son otras pequeñas glándulas *g. sb.* (*fig.* 118) que se abren igualmente en forma de bolsa llamada *folículo piloso*, de donde sale el pelo. Segregan una materia grasa, blanquecina, el *sebo*, cuyo fin es lubricar la superficie de la piel, de mantener su flexibilidad y de darle cierto grado de impermeabilidad.

Pelos y uñas. — Los *pelos* (*fig.* 119) *po.* son productos córneos de naturaleza epidérmica, segregados por un órgano particular conocido con el nombre de *bulbo piloso b.* Este bulbo es una especie de pequeño tubérculo ovóideo, ó *yema epidérmica*, implantado en la dermis. Está rodeado de una envoltura fibrosa, blanca y ligeramente transparente, el *folículo piloso f. p.*, cuya cavidad contiene una papila viviente *p. a.* que segrega la materia córnea de que se compone el pelo. Cada pelo constituye interiormente un canal. El folículo piloso recibe crecido número de vasos y de nervios que le dan vitalidad.

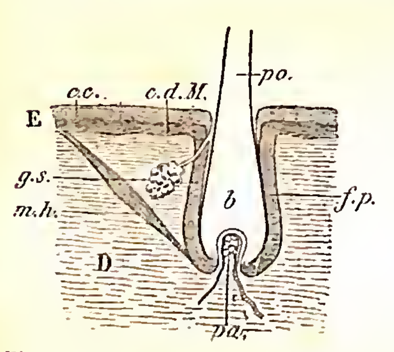


Fig. 119. — *Pelo y su bulbo vistos con el microscopio.*

po. Pelo. — *b.* Bulbo piloso. — *pa.* Papila que segrega el bulbo piloso y el pelo. — *f. p.* Folículo piloso. — *g. s.* Glándula sebácea. — *m. h.* Músculo horripilador. — D. Dermis. — E. Epidermis. — *c. c.* Capa córnea. — *c. d. M.* Cuerpo mucoso de Malpighi.

Á la base de cada pelo injértase un hacecillo de fibras musculares lisas (*músculo horripilador m. h.*), cuya contracción origina el erizamiento de los pelos en los animales, y en el hombre, la *carne de gallina.*

Las *uñas* son producciones muy análogas á los pelos. Están constituidas en el hombre por láminas duras, elásticas, córneas y semitransparentes, que guarnecen la extremidad de los dedos de manos y pies. Su modo de formación y crecimiento se semeja al de los pelos.

Advertencia. — La piel no es solamente el órgano de la sensibilidad general y del sentido del tacto, sino que además sirve, como hemos visto, para depurar la sangre por la secreción sudorífera. Como tal, viene en ayuda de la respiración; así la supresión de la *perspiración cutánea*, endureciendo la piel del animal con un barniz impermeable, acarrea la muerte por asfixia lenta.

Terminaciones de las extremidades de los nervios en la piel. — Las extremidades de los nervios cutáneos terminan en pequeños corpúsculos microscópicos de variable volumen, alojados, en la superficie de la dermis, en las papilas nerviosas ó también en las células del cuerpo mucoso de Malpighi.

Los *corpúsculos de Krause*, pequeños en extremo, se ven sobre todo en el cuerpo mucoso de la epidermis y en la dermis de las mucosas. Son microscópicos abultamientos ó botones, formados de una membrana en el interior de la cual viene á ramificarse el cilindro-eje terminal de los nervios.

Los *corpúsculos de Meissner*, más voluminosos, situados en las papilas de la dermis, tienen la forma de una minúscula yema de abeto, en torno de la cual se enrolla en espiral el cilindro-eje de la fibra nerviosa antes de penetrar en ella para ramificarse.

Los *corpúsculos de Pacini*, ovóideos, mucho más voluminosos y aun visibles á simple vista (1 mm. á 2 mm. de diámetro), están esparcidos en el tejido célulo-adiposo subcutáneo, principalmente en la cara palmar y partes laterales de los dedos. Están formados de diversas envolturas concéntricas, entre las cuales vienen á ramificarse y terminar los últimos filamentos de los cilindros-ejes de los nervios.

Advertencia. — Las últimas ramificaciones de los cilindros-ejes nerviosos en estos corpúsculos, llamados discos táctiles *d. t.* (*fig.* 120), son ligeramente abultados y están

alojados entre células que constituyen para ellos una especie de vaina que los sostiene (*células de sostén*, *c. s.*).

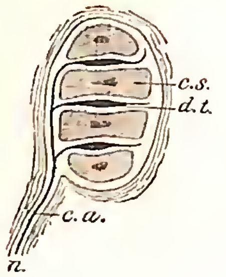


Fig. 120. — *Corpúsculo del tacto.*

n. Nervio cutáneo. — *c. a.* Cilindro-eje. — *c. s.* Célula de sostén. — *d. t.* Disco táctil.

Sensaciones táctiles de la piel. — El sentido del tacto nos permite percibir las sensaciones de *contacto*, de *temperatura*, de *presión* y de *peso*.

Las sensaciones del contacto son más particularmente especiales del tacto. Por ellas apreciamos la forma, las dimensiones, lo liso ó lo rugoso de un objeto. Los corpúsculos de Meissner, ó de las papilas de la dermis, parecen ser los órganos de percepción.

Los corpúsculos de Pacini parecen reservados para apreciar las sensaciones de presión y de peso.

Los corpúsculos intraepidérmicos de Krause son, según parece, especiales para sentir la temperatura de los cuerpos.

La lengua y el gusto.

131. La lengua. — El sentido del gusto nos da á conocer el sabor de los cuerpos. Su asiento está en la mucosa de la lengua. Cuando se introduce un cuerpo en la boca, experiméntanse dos sensaciones : una de *contacto* ó de sensibilidad y otra de *sabor*. La impresión táctil es principalmente percibida por la punta y parte anterior de la lengua; la impresión gustativa, por su parte posterior. Los sabores son sobre todo *azucarados*, *salados* y *amargos*. Otras sensaciones, como el humillo de los platos y de los vinos, son olfativas. El frío y el calor son sensaciones de contacto. Un cuerpo debe ser disuelto por un líquido ó por la saliva para que su sabor sea percibido. Así, la introducción en la boca ó aun la simple vista de un plato sabroso, determina un aflujo de saliva y se *hace agua la boca*.

La *lengua* (*fig.* 121) es un órgano carnoso y muy movible, cuya masa está casi enteramente formada de fibras muscu-

lares entrecruzadas en diversos sentidos. Libre en su parte anterior, que forma la punta, está unida por su base á un hueso medio situado encima de la laringe, el hueso hioides, y á la mandibula inferior. Está recubierta por una membrana mucosa muy vascular, la cual presenta gran número de eminencias ó *papilas* de formas varias.

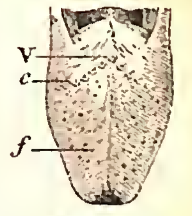


Fig. 121. — *Lengua.* V. Lingual. — *c.* Papilas caliciformes. — *f.* Papilas fungiformes.

Las unas, llamadas *papilas filiformes*, son finas, alongadas, y ocupan principalmente la punta, los bordes y la cara anterior de la lengua; las otras, más gruesas, de cabeza globulosa, denominadas *papilas fungiformes f.* (en forma de hongo), ocupan la superficie dorsal; por último, completamente atrás, cerca de la base de la lengua, hay otras papilas más voluminosas que las precedentes, llamadas *papilas caliciformes c.*, agrupadas en dos líneas que se reunen atrás de tal modo que forman un ángulo á manera de V abierto hacia adelante (la V lingual). Estas diversas papilas reciben sus filamentos nerviosos de dos nervios craneanos : del *nervio lingual* (rama del par quinto) y del nervio *gloso-faringeo* (par noveno).

Fig. 122. — *Nervios de la lengua.*

n. l. Nervio lingual. — *n. f.* Nervio facial. — *c. t.* Cuerda del timpano, rama del facial que envia algunas fibras al nervio lingual y van á parar á la glándula submaxilar. — *n. g. p.* Nervio gloso-faringeo — *n. g. h* Nervio gran hipogloso.

El nervio lingual *n. l.*[1] (*fig.* 122) se distribuye en la mucosa que recubre la mitad anterior

1. Estando dispuestos por *pares* todos los nervios craneanos y espinales, cada uno de los tres nervios de la lengua es doble, uno derecho y otor

de la lengua y le comunica la sensibilidad táctil. El verdadero nervio del gusto es el glosofaríngeo *n. g. p.*, que se distribuye en las gruesas papilas (fungiformes y caliciformes) de la parte posterior de la lengua, allí donde con toda delicadeza son percibidas las sensaciones gustativas.

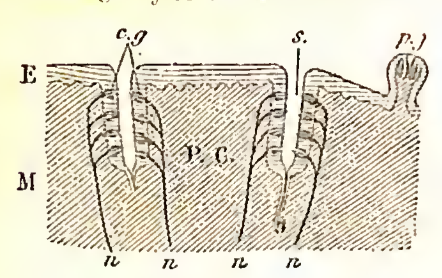


Fig. 123. — *Corte vertical de una papila caliciforme muy agrandada.*

P.C. Papila caliciforme. — E. Epitelio. — M. Mucosa. — *s.* Corto del surco quo limita á la papila caliciforme. — *n.n.* Nervios. — *c.g.* Células ó yemas gustativas. — *p.f.* Papila fungiforme.

La lengua recibe además un tercer nervio, relativamente muy voluminoso, el *nervio hipogloso n. g. h.* (duodécimo par de los nervios craneanos). Este nervio, exclusivamente motor, es enteramente extraño á las sensaciones del gusto.

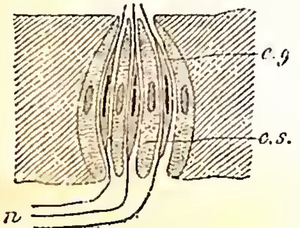


Fig 124. — *Yema gustativa muy agrandada.*

n. Cilindros-ejes nerviosos. — *c.s.* Célula de sostén. — *c.g.* Célula gustativa.

Terminaciones de los nervios en las papilas de la lengua. — Las últimas terminaciones del nervio lingual, rama del trigémino, nervio de la sensibilidad táctil, se ramifican en las papilas filiformes de la parte anterior de la lengua.

Las últimas ramificaciones de los cilindros-ejes de los nervios gustativos glosofaríngeos terminan en las papilas fungiformes y caliciformes por pequeños abultamientos, llamados *yemas gusta-*

zquierdo, que se distribuyen simétricamente en la correspondiente mitad del órgano. Es uso designar en número singular la mayor parto de estos dobles nervios que forman pareja. Y asi so dico el nervio olfatorio, ol nervio óptico, auditivo, espinal, etc., en vez do decir los nervios olfatorios, ópticos, etc.

tivas. Teniendo las papilas caliciformes el aspecto de un pequeño disco ó botón limitado por una zanja circular, las yemas gustativas se observan principalmente á cada lado de dicha zanja (*fig*. 123).

Una yema gustativa (*fig*. 124), microscópica, ovoidea, está formada de dos clases de células: *células de sostén c. s.*, entre las que están alineadas *células sensorias c. g*. ligeramente abultadas, ó extremidades gustativas de los nervios gloso-faringeos.

La mucosa pituitaria y el olfato.

132. Fosas nasales y mucosa pituitaria. — El sentido del olfato tiene por objeto la percepción de los *olores*, los cuales son producidos por partículas, tenues en extremo, que ciertos cuerpos desprenden y, llevadas por el aire, vienen á ponerse en contacto con el *órgano del olfato*.

Este órgano (*fig*. 125) está constituido por las *fosas nasales*, por una mucosa, llamada *membrana pituitaria*, que las recubre, y por dos nervios de sensibilidad especial, denominados *nervios olfatorios*.



Fig 125. — *Órgano del olfato.*

1. Boca. — 2 Abertura anterior de las fosas nasales. — 3. Concha inferior. — 4. Concha media. — 5. Concha superior — 6. Abertura posterior de las fosas nasales. — 7. Senos frontales. — 8. Seno esfenoidal.

Las *fosas nasales* son dos cavidades óseas que hay en la cara, separadas una de otra por un tabique medio y vertical, huesoso por la parte de atrás (*lámina perpendicular del etmoides y vómer*), y cartilaginoso por delante. Estas dos cavidades se abren afuera por las narices y se comunican por detrás con la faringe. Sus paredes laterales presentan láminas óseas, revueltas sobre sí mismas, en número de tres por cada lado; son las *conchas* de la nariz, que se distinguen en *superior, media é inferior* y están separadas por canales ó surcos longitudinales, llamados *meatos*. Las con-

chas superior y media son láminas óseas arrolladas que dependen del etmoides: la concha inferior está formada por un hueso especial..

Las fosas nasales comunican, además, con dos cavidades designadas con el nombre de *senos*, que están formadas en el espesor de los huesos maxilares, del frontal y el esfenoides.

Por último, atrás, en el límite de las fosas nasales y de la faringe, se abren, por cada lado, los orificios de las trompas de Eustaquio.

La *pituitaria* ó membrana mucosa que tapiza las fosas nasales, es muy vascular y presenta aspecto de afelpada. Está continuamente lubricada por un mucus de bastante consistencia que segrega ella misma y que, con las lágrimas — cuyo exceso, como más adelante veremos, se vierte en las fosas nasales — la mantienen en un estado de humedad necesario para la función olfatoria.

Divídese la pituitaria en dos regiones: una *roja*, inferior y respiratoria que ocupa el meato inferior y la mitad inferior del meato medio de cada lado, y otra *amarilla*, superior y olfatoria, que ocupa la mitad superior del meato medio y el meato superior.

En la región roja, el epitelio que recubre la mucosa, tiene pestañas vibrátiles, las glándulas del mucus son muy numerosas y la red de vasos sanguíneos extremadamente rica. También la región respiratoria de la pituitaria está siempre húmeda. Ella calienta y humedece el aire, al pasar éste, al propio tiempo que, por las pestañas vibrátiles, detiene las impurezas que el aire contiene.

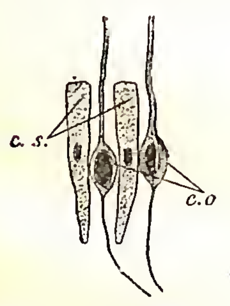


Fig. 126. — *Células olfatorias.*

c.s. Células de sostén. — *c.o.* Células olfatorias.

En la región amarilla, el epitelio está formado de células cilíndricas de sostén *c. s.* (*fig.* 126), entre las cuales pasan las *células olfatorias fusiformes c.o.*, terminaciones de las últimas ramificaciones de los nervios olfatorios, que finalizan en filamentos extremadamente sutiles, los cuales forman una especie de terciopelo en la superficie

de la mucosa. Para que un olor sea percibido, es preciso que las partículas odorantes sean solubles en el mucus nasal.

Tres nervios inervan la pituitaria (*fig.* 127) : arriba, el *nervio olfatorio n.ol.* (primer par de nervios craneanos), cuya parte abultada y bulbosa estriba en el etmoides *et.*,

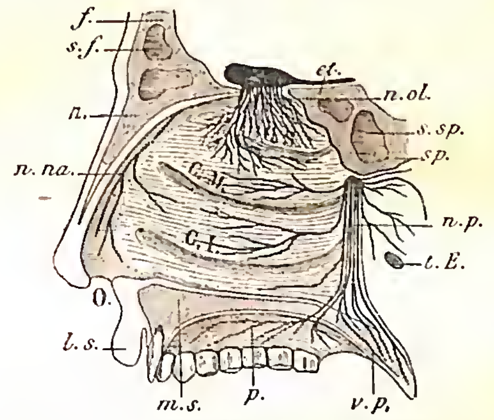


Fig. 127. — *Inervación de la mucosa pituitaria.*

f. Hueso frontal. — *s.f.* Seno frontal. — *n.* Hueso nasal. — *et.* Etmoides. — *s.p.* Esfenoides. — *s.sp.* Seno esfenoidal. — O. Orificio nasal anterior. — *l.s.* Labio superior. — *m.s.* Maxilar superior. — *p.* Paladar. — *v.p.* Velo del paladar. — *t.E.* Orificio de la trompa de Eustaquio. — C.I. Concha inferior. — C.M. Concha media. — C.S. Concha superior. *n.ol.* Nervio olfatorio. — *n.na.* Nervio nasal. — *n.p.* Nervios palatinos.

y cuyo bulbo envía gran número de ramificaciones á la región amarilla de la pituitaria, á través de los agujeros de la lámina, llena de orificios, del etmoides, comunicándole así su sensibilidad especial; adelante, el *nervio nasal n.na.*, rama del trigémino; atrás, los *nervios palatinos n.p.* que provienen igualmente del trigémino. Los nervios nasales y palatinos dan á la mucosa su sensibilidad general ó de contacto.

La oreja y el oído.

133. Aparato del oído. — En el hombre y en todos los animales mamíferos, el aparato del oído (*fig.* 128) es complicadísimo. Está alojado, en gran parte, en el espesor de

una porción del hueso temporal que, por razón de su gran dureza, lleva el nombre de *peñasco*. Distínguense en este aparato tres partes, que se designan con los nombres de *oído externo*, *oído medio* y *oído interno*.

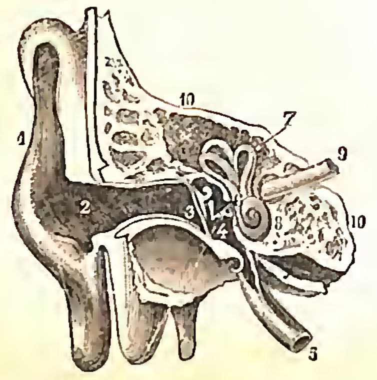


Fig. 128. — *Aparato auditivo del hombre.*

1. Pabellón de la oreja. — 2. Conducto auditivo externo. — 3. Membrana del tímpano. — 4. Caja del tímpano y huesecillos. — 5. Trompa de Eustaquio. — 6. Vestíbulo. — 7. Canales semicirculares. — 8. Caracol. — 9. Nervio acústico ó auditivo. — 10-10. Peñasco.

Oído externo. — El oído externo se compone de la *concha ó pabellón* (oreja) y del *conducto auditivo externo*.

El *pabellón* es una lámina fibro-cartilaginosa, flexible, elástica y dispuesta á manera de concha acústica para recoger y reconcentrar los sonidos. El *conducto auditivo externo* es un canal ligeramente curvo, de 3 centímetros de largo, cartilaginoso por delante, después óseo, que profundiza en el hueso temporal. Este conducto está tapizado por la piel, la cual se va volviendo mucosa, y encierra gran número de glándulas sebáceas destinadas á segregar esa materia amarilla y espesa conocida con el nombre de *cerumen*.

Oído medio. — El *oído medio ó caja del tímpano* es una cavidad irregular, situada también en la porción petrosa del hueso temporal, á continuación del conducto auditivo externo, del que la separa un tabique membranoso mantenido en estado de tensión y llamado *membrana del tímpano*. En la cara de la caja opuesta á la membrana del tímpano hay dos aberturas tapadas del mismo modo por tabiques membranosos, y que deben á su forma los nombres de *ventana oval y ventana redonda* que llevan respectivamente; por ellas comunica con el oído interno la caja del tímpano. En la parte inferior de ésta se encuentra la

embocadura interna de la *trompa de Eustaquio*, que es un conducto largo y estrecho que viene á abrirse en la parte posterior de las fosas nasales, y establece así una comunicación directa entre el oido medio y el aire exterior. Por fin, en la parte posterior de la caja del tímpano hay una abertura que conduce á unos espacios huecos del temporal llamados *células mastoideas*.

En el interior del oido medio se hallan cuatro huesos



Fig. 129. — *Huesecillos del oido separados unos de otros.*

1. Martillo. — 2. Yunque. — 3. Lenticular — 4. Estribo.



Fig. 130. — *Huesecillos del oido en su posición natural.*

T. Membrana del tímpano. — *m.* Martillo. — *c.* Yunque. — *l.* Lenticular. — *e.* Estribo. — F. Ventana oval.

muy pequeños, los *huesecillos del oido*, que se articulan entre sí formando una cadena extendida transversalmente entre la membrana del tímpano y la ventana oval. Estos huesecillos (*fig.* 129 y 130) reciben los nombres de *martillo*, *yunque*, *lenticular* y *estribo*. El martillo se apoya por su mango en la membrana del tímpano, y la base del estribo descansa sobre la membrana que tapa la ventana oval. Dos pequeños músculos, los *músculos del martillo* y *del estribo*, fijos por una parte al martillo y al estribo y, por otra, á las paredes interior y posterior de la caja, imprimen á estos dos huesecillos movimientos en virtud de los cuales las membranas del tímpano y de la ventana oval se ponen en tensión ó se aflojan para adaptarse á los diversos grados de intensidad de los sonidos que llegan á herirlos.

Oído interno. — El *oido interno*, llamado también *laberinto*, es la parte esencial del oido, la cual percibe las impresiones sonoras. El oído externo y el medio pueden

faltar y quedar casi por completo conservada la facultad de oir, con tal que el oido interno quede intacto. Está en relación con el oido medio por las ventanas oval y redonda y se comunica con el interior del cráneo por el *conducto auditivo interno*, ocupado por el *nervio auditivo*. Como el oído medio, está formado completamente dentro del hueso llamado peñasco.

El oido interno se divide en *laberinto óseo* (*fig*. 131) y *laberinto membranoso*. El laberinto membranoso está for-

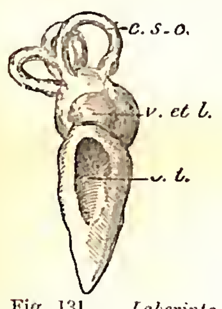


Fig. 131. — *Laberinto óseo.*

c.i. Conducto auditivo interno. — *v.* y *l.* Vestíbulo y caracol. — *c.s.c.* Canales semicirculares.

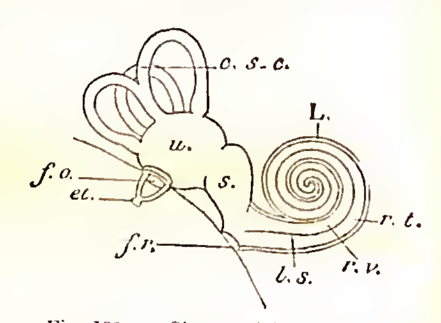


Fig. 132. — *Sistema del oido interno.*

c.s.c. Canales semicirculares. — *u.* Utrículo. — *s.* Sáculo. — *f.o.* Ventana oval. — *et.* Estribo. — *f.r.* Ventana redonda. — L. Caracol. — *l.s.* Lámina espiral. — *r.v.* Rampa vestibular. — *r.t.* Rampa timpánica.

mado por una especie de bolsa membranosa que tapiza las diferentes cavidades del laberinto óseo alojado en el peñasco. Entre los dos laberintos existe un líquido incoloro y transparente, la *perilinfa* En el interior del laberinto membranoso se encuentra otro líquido semejante, la *endolinfa*.

El oído interno comprende tres partes : el *vestibulo*, los *canales semicirculares* y el *caracol*.

El *vestibulo* ocupa la parte central del oído interno. Por la ventana oval está en relación con el oído medio, y se comunica directamente con los canales semicirculares y el caracol. El vestíbulo membranoso está dividido en dos bolsas superpuestas por estrangulamiento : el *utriculo u* arriba y el *sáculo s* abajo (*fig*. 132).

En la superficie interna del utrículo y en la del sáculo nótase una mancha blanca. Estas dos manchas, llamadas *auditivas*, están constituidas por un epitelio, entre cuyas células (*células de sostén*) pasan las *células sensorias ó auditivas*, fusiformes, que se continúan, por una extremidad, con una ramificación del nervio auditivo, y, por la otra extremidad, con un pequeño filamento que flota en la endolinfa. En este liquido se encuentran, además, minúsculas concreciones ó polvos calcáreos llamados *otolitos*.

Los tres *canales semicirculares c. s. c* desembocan por sus dos extremidades en el utrículo. Uno de ellos es horizontal y los otros dos verticales. Cerca de su doble embocadura en el vestíbulo, cada canal es abultado á manera de *ampolla*. Tales ampollas presentan en su interna superficie, asi como el utrículo y el sáculo, dos manchas blanquecinas llamadas *crestas auditivas*, formadas de células epiteliales de sostén y de células sensorias, que prolongan las últimas ramificaciones del nervio acústico y cuyas pestañas ó bastoncitos nadan igualmente en la endolinfa.

El *caracol* L (*fig*. 132) está compuesto de dos vueltas y media próximamente de espiral en torno de un pequeño eje llamado *columela*. Un tabique, la *lámina espiral l. s.*, ososa en la primera vuelta y membranosa después, le separa en dos rampas : *rampa vestibular r. v.*, que desemboca en el sáculo, y *rampa timpánica r. t.*, que finaliza en la ventana redonda. Las dos rampas se comunican entre sí en la cúspide. La parte membranosa de la lámina espiral, llamada MEMBRANA BASILAR *m. b.* (*fig*. 133), que se desenvuelve sobre todo hacia la parte superior de la hélice del caracol, está compuesta de cinco ó seis mil pequeñas fibras extendidas entre el eje ó columela *c* y la pared, como si fueran cuerdas de un instrumento músico.

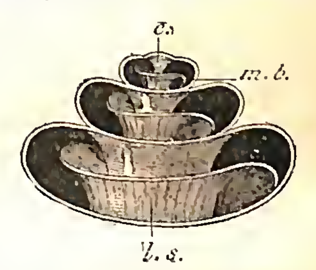


Fig. 133. — *Corte del caracol que muestra la membrana basilar.*

l. s. Lámina espiral. — *c.* Columela. — *m. b.* Membrana basilar.

La rampa vestibular del caracol es mucho más importante que la rampa timpánica. Está divida en dos rampas

secundarias por la *membrana oblicua de Reissner* : la *rampa vestibular propiamente dicha*, más grande, y el *canal coclear io* que contiene los *órganos de Corti*.

Los *órganos de Corti* (*fig.* 134) están constituidos de una serie de arcadas microscópicas *a. d. C.* formadas de dos pilares cruzados *p. i.* y *p. e.* que descansan en la membrana basilar *m. b.* Las cúspides de estos pilares se reunen y confunden en una membrana reticulada *m. r.* que deja pasar

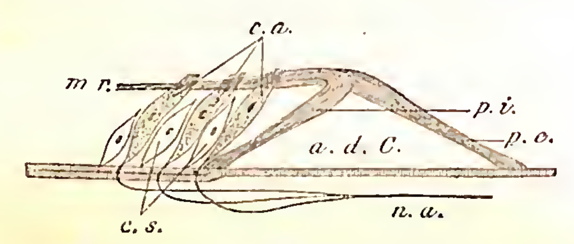


Fig. 131. — *Órgano de Corti muy aumentado.*

a.d.C. Arcada de Corti. — *p.i.* y *p.e.* Pilares interno y externo que se apoyan en la membrana basilar *m.b.* — *n.a.* Últimas ramificaciones del nervio auditivo. — *c.a.* Células auditivas. — *c s.* Células de sostén. — *m.r* Membrana reticulada.

por entre sus mallas las pestañas ó bastoncitos de las células sensorias auditivas *c. a.*, sirviéndoles de células de sostén *c. s.* Un órgano de Corti, que se apoya en dos fibras de la membrana basilar, una por cada pilar, cuenta próximamente 3 000 fibras.

El *nervio auditivo* entra en el oído por el conducto auditivo interno; divídese después en dos ramas: la *rama coclearia*, que penetra en el caracol y se ramifica en los órganos de Corti, y la *rama vestibular*, que se subdivide en tres ramas destinadas al utrículo, al sáculo y á las ampollas de los canales semicirculares.

134. Mecanismo de la audición. — Recordaremos que el sonido presenta tres cualidades : *intensidad*, que depende de la amplitud de las vibraciones; *altura*, ó tono, que resulta del número de vibraciones por segundo, y *timbre*, formado por la yuxtaposición de ciertos sonidos armónicos ó sonido fundamental.

El *oído externo* recoge las ondas sonoras, emanadas de

los cuerpos vibrantes, y las dirige, por el conducto auditivo externo, á la membrana del tímpano, que inmediatamente se pone en vibración. Los pelos que protegen la entrada del conducto y el cerumen, segregado en lo hondo, tienen por objeto detener los cuerpos extraños que vienen del exterior.

El *oído medio* desempeña el papel de resonador; refuerza el sonido. El músculo del martillo, ó músculo acomodador, al poner en mayor ó menor tensión á la membrana del tímpano, la acomoda á la amplitud de las vibraciones del sonido que le transmite. Distiende esta membrana al máximum, si se trata de recibir un fuerte ruido, como un cañonazo, para disminuir la amplitud de sus vibraciones. En el caso contrario la alloja. Se sabe que el límite de sonidos perceptibles al oído, varía entre 32 y 23 000 vibraciones simples por segundo.

Las vibraciones del tímpano se transmiten á la ventana oval y á la ventana redonda por la cadena de huesecillos, mediante el aire contenido en la caja y por sus paredes óseas.

La trompa de Eustaquio, al poner en comunicación al oído medio con el aire exterior por la parte posterior de las fosas nasales, mantiene la igualdad de presión en las dos caras de la membrana del tímpano. Si, por una causa cualquiera, generalmente á consecuencia de una coriza, llega á obstruirse la trompa, se establece desigualdad de presión entre el oído medio y el oído externo, y el tímpano vibra entonces imperfectamente. De ahí resulta una sordera más ó menos grande.

La función del *oído interno* es analizar los sonidos. Las vibraciones de las ventanas oval y redonda se propagan á la parte líquida (perilinfa y endolinfa), que las transmite á las pestañas ó bastoncitos de las células sensorias, situadas en las extremidades de las últimas ramificaciones del nervio acústico.

Las manchas acústicas del utrículo y del sáculo dan la sensación de la intensidad de los sonidos.

Las fibras de la membrana basilar del caracol, de diferente largura, parecen templadas ó acordadas, en número de 6 000, á todos los sonidos perceptibles. Pónense pues en vibración por los sonidos cuya altura ó tono corresponde á su particular estado de tensión, como igualmente por sus

armónicos. De ahí resulta, mediante los órganos de Corti, la impresión de la altura y timbre de un sonido. Los polvos ù otolitos calcáreos que flotan en la endolinfa sirven igualmente para transmitir las vibraciones à las pestañas de las células sensorias.

Las crestas auditivas situadas en las ampollas de los canales semicirculares son impresionadas por la amplitud de las vibraciones, como las manchas del utrículo y de sáculo, pero, además, desempeñan un papel importante en el *sentido del equilibrio*. La destrucción morbosa de los canales semicirculares en el hombre va, en efecto, acompañada de pérdida del equilibrio y de vértigos (enfermedad de Meniere).

El nervio acústico transmite á la región auditiva de las circunvoluciones cerebrales las impresiones recibidas por las células sensorias del oido interno y, solamente allí, son transformadas estas impresiones en sensaciones auditivas.

El ojo y la vista.

135. Aparato de la visión. — La *vista* es el sentido que nos hace sensibles á la acción de la luz y nos da á conocer el color, la forma, el grandor, la posición y los movimientos de los cuerpos que nos rodean. El sentido de la vista se ejerce por medio del *aparato de la visión*, el cual está compuesto : 1º del *globo del ojo* y del *nervio óptico*; 2º de los *órganos accesorios* que sirven para proteger al globo del ojo y moverle.

Globo del ojo. — El *globo del ojo* (*fig*. 135) es un órgano esferoidal, compuesto de diversas envolturas membranosas y de medios transparentes á través de los cuales pasan los rayos luminosos.

Las envolturas del ojo son, de adelante atrás y de fuera al interior, la *córnea transparente*, la *esclerótica*, la *coroides* y la *retina*.

La *córnea transparente c. t.*, vulgarmente llamada *espejo del ojo*, es una membrana circular, de grosor bastante grande y de perfecta transparencia. Semeja un pequeño cristal de reloj de bolsillo encajado en la *esclerótica s.*, membrana blanca, gruesa y muy resistente, que forma en derredor de la córnea lo que se llama el *blanco del ojo*, y se

continúa atrás hasta el nervio óptico, al cual igualmente envuelve. La córnea transparente y la esclerótica forman por lo tanto, las dos juntas, la cáscara ó envoltura exterior del globo ocular.

La *coroides* c. está situada inmediatamente después de la esclerótica. Recorrida por numerosos vasos, está tapizada

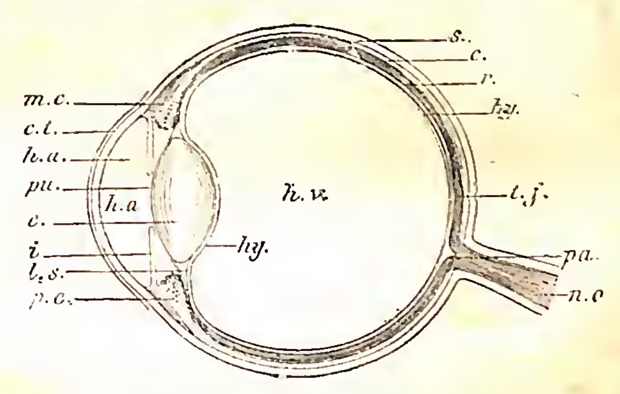


Fig. 135. — *Corte vertical teórico del globo del ojo.*

c.t. Córnea transparente. — *s.* Esclerótica. — *c.* Coroides. — *r.* Retina. — *h.y.* Membrana hialoides. — *t.j.* Mancha amarilla. — *pa.* Papila. — *n.o.* Nervio óptico. — *i.* Iris. — *pu.* Pupila. — *m. c.* Músculo ciliar. — *p.c.* Proceso ciliar. — *c* Cristalino. — *l.s.* Ligamento suspensorio del cristalino. — *h.a* Humor acuoso. — *h.v.* Humor vítreo.

interiormente, junto á la retina, por un pigmento negro que hace del interior del ojo una verdadera cámara obscura.

La coroides se prolonga adelante : 1° por la *región ciliar*, que comprende el *músculo ciliar* m. c., por defuera y los procesos ciliares p. c. por dentro; 2° por un diafragma vertical, el *iris*.

El *músculo ciliar* está compuesto de fibras musculares lisas dispuestas en dos capas : una externa, formada de fibras longitudinales que van á insertarse adelante en el circuito del iris; otra, que forma un anillo de fibras circulares dentro de las fibras longitudinales.

Los *procesos ciliares*, en número de ochenta repliegues próximamente, se agrupan en una corona radiada que encuadra al cristalino. El aflujo de sangre en sus numerosos vasos puede hincharlos notablemente.

El *iris i* aparece á manera de diafragma circular, diversamente coloreado, horadado en su parte central con una abertura que se llama *pupila pu*. Las fibras musculares lisas que constituyen esta menbrana son : unas radiadas y dilatadoras de la pupila; otras circulares, que tienden á contraerla al cerrarse.

La *retina r*, destinada á recibir la impresión de la luz, está aplicada á la cara interna de la coroides. Esta membrana nerviosa, blanda, blanquecina, formada por ramificación del nervio óptico, se extiende hasta la región ciliar. El punto por donde este nervio penetra en el ojo, está señalado por una eminencia redonda, en forma de cúpula, denominada *papila* ó *punctum cæcum* p. (punto ciego), á causa de su insensibilidad á la luz.

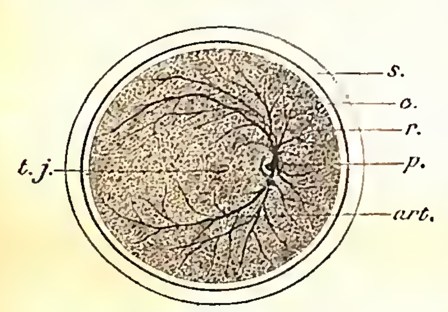


Fig. 136. — *Fondo del ojo visto con el microscopio.*

s. Esclerótica. — *c.* Coroides. — *r.* Retina. — *p.* Papila. — *t. j.* Mancha amarilla. — *art.* Arteria del fondo del ojo.

Fuera y encima de la papila, exactamente en el eje óptico del ojo, aparece otra pequeña mancha de forma oval y de color amarillo *t. j.*, llamada *mancha amarilla*. Esta mancha, al contrario de la anterior, es en extremo impresionable á la luz (*fig.* 136).

La retina está formada de una fina trama de células del tejido conjuntivo que sirven de sostén á las fibras terminales del nervio óptico. Estas fibras, después de un variable trayecto en el espesor de la retina, se encorvan de dentro afuera, hacia el pigmento coroidiano, en el cual terminan por células sensorias En el trayecto de la fibra nerviosa terminal distínguense células multipolares, células bipolares y, finalmente, células sensorias, terminadas unas en *conos* y otras en *bastoncitos* (*fig.* 137). En la mancha amarilla no se observan más que conos. En el punctum cæcum no existen, como es natural, células sensorias. Los conos son incoloros, pero los bastoncitos están

sonrosados por una materia colorante, la *púrpura retiniana* ó *eritropsina*, extremadamente sensible á la luz.

Los medios transparentes del ojo son, contando de adelante atrás, la *córnea transparente* descrita con la esclerótica, el *humor acuoso*, el *cristalino* y el *humor vítreo*.

El *humor acuoso* *h. a.* (*fig.* 135) es un líquido completamente incoloro y transparente, encerrado en la *cámara anterior* del ojo entre la córnea transparente y el iris.

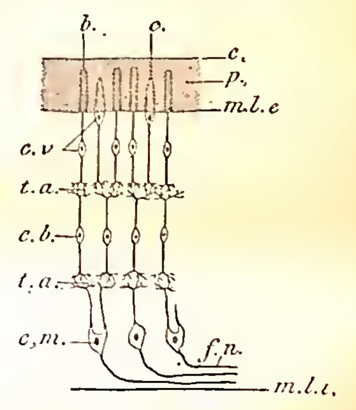


Fig. 137. — *Estructura de la retina Células, conos y bastoncitos, en un corte horizontal muy agrandado.*

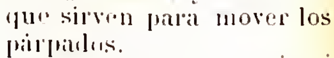
m.l.i. Membrana limitante interna. — *f.n.* Fibras terminales del nervio óptico. — *c.m.* Células multipolares. — *t.a.* Contacto de las ramificaciones de los cilindros-ejes de los neurones. — *c.b.* Células bipolares. — *c.v.* Células visuales. — *m.l.e* Membrana limitante externa. — *p.* Pigmento de la coroides. — *c.* Coroides. — *b.* Bastoncito. — *c.* Cono.

El *cristalino c* es una lente biconvexa transparente, ligeramente más convexa en la cara anterior que en la posterior, y cuyo centro está en el eje anteroposterior del ojo. Inmediatamente colocado detrás del iris, el cristalino está mantenido en esta posición por un *ligamento suspensorio s*, el cual rodea la *cápsula cristalina* que le encierra. El cristalino se encuentra en contacto: adelante, con la zona de los procesos ciliares; atrás, con la membrana hialoidea *hy*. La ceguera por *catarata* resulta de la opacidad del cristalino, que se quita para que los rayos luminosos puedan de nuevo llegar hasta el fondo del ojo. Se le reemplaza entonces, respecto á la refracción, por anteojos muy convexos.

El *humor vítreo h.v.*, cuyo conjunto es designado con el nombre de *cuerpo vítreo*, es un líquido gelatinoso y diáfano que ocupa el espacio, relativamente considerable, que separa al cristalino del fondo del ojo, donde se encuentra la retina. Una membrana llamada hialóidea *hy.*, tenue en extremo y de completa transparencia, envuelve á este

humor y envía prolongaciones laminosas que dividen su cavidad en gran número de células.

Órganos accesorios del aparato de la visión. — Los *órganos accesorios del aparato de la visión* son : las *orbitas* ó cavidades óseas situadas en la cara y destinadas á alojar el globo del ojo; los *párpados*, formados exteriormente por la piel y tapizados interiormente por una membrana mucosa llamada *conjuntiva*. Entre la piel y la conjuntiva se encuentran un cartilago (el *cartilago tarso*) y músculos


que sirven para mover los párpados.

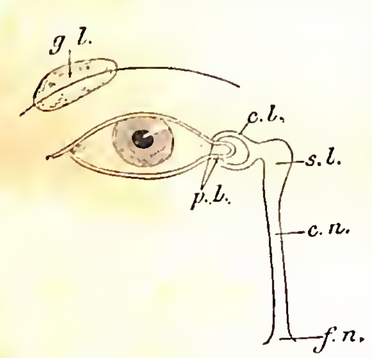


Fig. 138. — *Aparato lagrimal.*

g. l. Glándula lagrimal. — *p. l.* Puntos lagrimales. — *c. l.* Conductos lagrimales. — *s. l.* Saco lagrimal. — *c. n.* Canal nasal. — *f. n.* Abertura en las fosas nasales.

La conjuntiva forma dos bolsas, de alto en bajo, para reflejarse en la esclerótica y la córnea, delante de la cual, reducida á su epitelio, tórnase transparente.

Las *pestañas* y *cejas* son también órganos protectores del ojo; le defienden de la luz demasiado viva y del polvillo que flota en la atmósfera. Las pestañas son lustradas por la secreción de infinidad de glándulas sebáceas, llamadas *glándulas de Meibomio.*

Una glándula denominada *glándula lagrimal g.l.* (*fig.* 138), colocada á la parte externa y superior del ojo, segrega las lágrimas, las cuales tienen por objeto lubricar sin cesar la superficie del ojo, siendo después absorbidas y conducidas al interior de la nariz por los *puntos lagrimales p.l.*, los *conductos lagrimales c.l.*, el *saco lagrimal s.l.* y el *canal nasal c.n.*

Los músculos que sirven para mover el ojo son seis, á saber : músculos derechos superior, inferior, interno, externo, y dos oblicuos, el grande y el pequeño.

El músculo gran oblicuo hace volver al ojo derecho en el sentido de las agujas de un reloj, y al ojo izquierdo en

sentido inverso. La acción del músculo pequeño oblicuo es antagónica á la del grande.

Fisiología del ojo.

136. Mecanismo de la visión. Formación de la imagen retiniana. — Parécese el ojo al instrumento de óptica conocido con el nombre de *cámara obscura*. La pupila es la abertura por la cual penetran los rayos luminosos; la córnea transparente y el cristalino representan la lente que produce la imagen; la retina forma la pantalla que la recibe. Los objetos exteriores llegan, en efecto, á pintarse en pequeño sobre la retina, como se representa en la *figura* 139, esto es, en posición inversa.

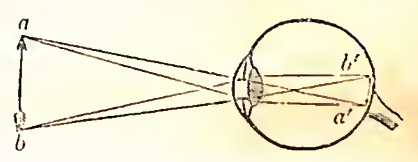


Fig. 139. — *Curso de los rayos luminosos en el ojo.*

Según la teoria de las lentes convergentes (véase la *Física*, página 542), todos los puntos luminosos comprendidos entre *a* y *b* vienen á producir su imagen en *a'b'*, y esta imagen retiniana invertida es la que transmite al cerebro por mediación de los nervios ópticos, la sensación del objeto.

137. Acomodación. — Para que la visión sea clara y precisa, es necesario que la retina *se encuentre con toda exactitud á la distancia focal de la imagen*. Esta distancia, como es sabido, varía con la del objeto; y sin embargo el ojo posee la maravillosa facultad de hacernos ver distintamente cuerpos que se hallan á muy diferentes distancias. Este fenómeno es conocido con el nombre de *acomodación*. El poder de acomodación del ojo á distancias diferentes depende *de los cambios de curvatura de las caras del cristalino*, particularmente de la cara anterior, la cual se hace más y más convexa á medida que el ojo mira un objeto más próximo, y, por el contrario, se aplana cuando el objeto se aleja, resultado que es conforme á las exigencias de la teoria de las lentes convergentes.

Demuéstrase esta variación de curvatura de la cara ante-

rior del cristalino por el *experimento de Purkinje*. Acercando, en una cámara obscura, una bujía encendida al ojo de una persona que mira á lo lejos, se perciben muy claramente tres imágenes de la llama: dos derechas, dadas por la córnea y la cara anterior del cristalino que hacen veces de espejos convexos; una vuelta hacia abajo, más pequeña, suministrada por la cara posterior del cristalino, que representa un espejo cóncavo (*fig.* 140).

Dígase entonces á la persona en quien se hace el experimento que, sin moverse la cabeza ni la bujía, mire un objeto cercano, y en seguida se ve á la segunda imagen achicarse, prueba del aumento de curvatura de la cara anterior del cristalino.



Fig. 140. — *Experimento de Purkinje.*

Estas modificaciones de curvatura del cristalino tienen por agente el *aparato ciliar*. El *músculo ciliar*, por sus fibras longitudinales, atrae la coroides hacia adelante, y afloja así el ligamento suspensorio del cristalino y su cápsula, mientras que el constreñimiento ejercido en los procesos ciliares por las fibras circulares del mismo músculo determina el aumento de curvatura del cristalino, cuyo efecto es acortar la distancia focal de esta lente.

No pudiéndose aumentar indefinidamente la curvatura del cristalino, se sigue que la acomodación tiene su límite. Estando muy lejos, infinitamente, el objeto que se mira, su imagen, en un ojo normal (*emètrope*), debe producirse en la retina. Si se acerca el objeto, el músculo de acomodación interviene, el cristalino se hace más convexo, y la imagen se produce siempre en la retina. Mas cuando el objeto se acerca á menos de 15 centímetros al ojo, la curvatura del cristalino llega á su límite, la imagen se produce más ó menos atrás de la retina, y no es percibida distintamente. Esta distancia de quince centímetros es, por lo tanto, llamada, respecto al ojo normal, *distancia mínima de la visión distinta.*

Anomalías de la visión. Hipermetropia. Presbicia y Miopia. — Tratándose de cuerpos de gran volumen y bien iluminados, el límite hasta el cual podemos verlos es el infinito; así pasa con las estrellas, que están á inmensa distancia. Pero con objetos pequeños, como por ejemplo, la letra, *hay una distancia mínima determinada en que precisa colocarse para verlos con claridad.* Esa es la *distancia mínima de la visión distinta*, fuera de la cual la percepción visual se hace confusa.

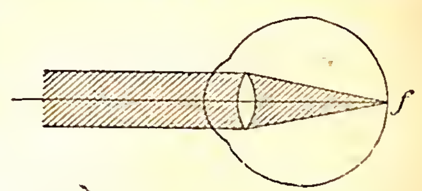


Fig. 141. — *Ojo normal (emétrope).* El foco *f* se hace en la retina.

Se dice que la vista es normal ó el ojo *emétrope* (ἐν, *en*, μέτρον, *medida*) cuando la *distancia mínima de la visión distinta* es de unos 15 centímetros próximamente y cuando un objeto, colocado á lo infinito, llega normalmente, sin acomodación, á producir su imagen en la retina (*fig.* 141); pero hay vistas que no pueden ver claramente más que á una distancia mayor ó menor. Si el alcance visual mínimo de un observador es superior á 15 centímetros, su vista deja de ser normal, y esta enfermedad lleva el nombre, según los casos, de *hipermetropia* ó *presbicia*; por el contrario, si el alcance visual mínimo es inferior á 15 centímetros, tal disposición constituye la *miopia*.

La *hipermetropia* (ὑπέρ, *más allá*; μέτρον, *medida*) es un defecto congénito, que depende del aplanamiento exagerado del cristalino ó de una diminución de longitud del eje antero-posterior del ojo, de tal manera que los objetos lejanos van á formar su imagen *detrás* de la retina El hipermétrope se ve en consecuencia obligado, cuando desea ver los objetos lejanos ó en el infinito, á efectuar un esfuerzo de acomodación, á abombar su cristalino, lo que no pasa con el ojo normal ó emétrope, en el cual los objetos distantes van á pintarse directamente en la retina sin necesidad de acomodación. Como la forma del cristalino, en el ojo hipermétrope, no puede variar fuera de ciertos límites, que no llegan nunca á la convexidad de un cristalino normal, resulta que la distancia mínima de la visión dis-

tinta, en vez de ser de 15 centímetros, llega á 40. 50 centímetros y aún á más. La hipermetropia se corrige con lentes ó anteojos convergentes (*fig.* 142).

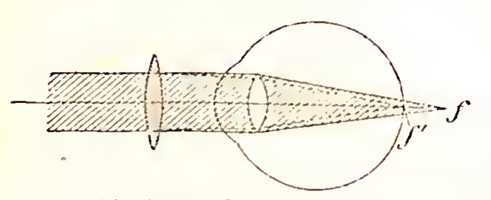


Fig. 142. — *Ojo hipermétrope.*

El foco *f* se hace detrás de la retina, á la cual es llevada á *f'* por una lente convergente.

La *presbicia*, llamada así porque viene generalmente con la vejez (πρέσβυς, *anciano*) resulta de la debilidad del poder de acomodación, que no permite al cristalino tomar la convexidad deseada para que las imágenes de los objetos cercanos vengan á retratarse exactamente en la retina. Estas imágenes tienden entonces á producirse *detrás* de esta membrana, y tanto más lejos cuanto más cerca esté el objeto del ojo. La presbicia se remedia poniendo delante de los ojos *lentes convexas* que agregan su poder convergente al de la vista cansada.

No debe confundirse la presbicia, efecto del aumento de edad, con la hipermetropia congénita. El présbita es emétrope tratándose de largas distancias, quiere decir que ve claramente los objetos lejanos sin esfuerzos de acomodación, necesarios únicamente cuando quiere mirar cosas cercanas. Por el contrario, el hipermétrope se ve obligado á ejecutar siempre esfuerzos de acomodación, sea cual fuere la distancia.

La *miopia* toma su nombre del hábito que tienen los que la padecen, de guiñar, esto es, de cerrar á medias los ojos (μύω, yo *cierro*, ὤψ, *ojo*). Los miopes no pueden distinguir los objetos sino á pequeñas distancias. Procede generalmente la miopia de un exceso de curvatura de la córnea ó del cristalino, que hace demasiado convergentes los rayos luminosos que atraviesan los medios del ojo. La imagen de los objetos situados á la distancia de la visión normal, en vez de producirse en la retina, va á formarse *delante* de ella en el cuerpo vítreo. Compréndese, pues, la necesidad que tiene el miope de aproximar los objetos á sus ojos para poder verlos distintamente. En efecto, cuanto más cerca están aquéllos, más divergentes son los rayos que parten de cada uno de sus puntos; la imagen se apartará,

pues, de la cara posterior del cristalino, y la visión será distinta cuando venga á dar exactamente en la retina. Hay personas que para lograr este resultado necesitan colocar el objeto á 2 ó 3 centímetros sólo de sus ojos. Se remedia la miopía acudiendo á *lentes cóncavas* que dispersan la luz disminuyendo así la excesiva convergencia de los rayos luminosos (*fig.* 143).

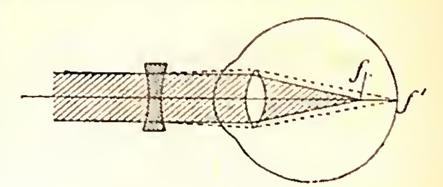


Fig. 143. — *Ojo miope.*
El foco *f* se hace adelante de la retina, á la cual es llevado á *f'* por medio de una lente divergente.

La miopía muy raramente es congénita. Casi siempre es adquirida por hábitos viciosos al leer y escribir.

Advertencia. — Sabemos que la imagen de los objetos se pinta invertida en la retina, y sin embargo, los vemos rectos. En efecto, la visión recta depende de que miramos, no la imagen del objeto formada en la retina, sino el objeto mismo, siguiendo los rayos luminosos que nos envía en sentido inverso de su dirección, es decir, desde la porción de retina impresionada hasta el punto de partida de dichos rayos.

Objeto del iris. — Es doble el papel que desempeña el *iris*. Haciendo veces de diafragma, no deja penetrar en el ojo más que los rayos vecinos al eje principal, y así la imagen retiniana tiene toda su claridad. La mayor ó menor abertura de la pupila está en relación de la intensidad de la luz exterior; dilatándose en la obscuridad y retrayéndose en pleno día, resulta que el iris, regulador de la iluminación del fondo del ojo, puede protegerle contra la acción brusca de una luz demasiado viva.

Objeto de la coroides. — La *coroides* absorbe por su pigmento negro los rayos luminosos que han atravesado los medios transparentes del ojo é impresionado la retina. Faltando este pigmento en los *albinos*, los rayos luminosos no son absorbidos; son enviados las más de las veces al interior del ojo, y de ahí proviene la confusión de las imá-

genes, la imposibilidad de ver en pleno día, y solamente es posible la visión en la penumbra, cuando los rayos luminosos han llegado á ser bastante débiles para no ser reflejados.

138. Impresión retiniana. — La *retina* forma la placa sensible sobre la cual vienen á pintarse, reales é invertidas, las imágenes de los objetos exteriores. Puede demostrarse experimentalmente esto, quitando la esclerótica y la coroides de un ojo de buey recién muerto, de tal manera que no quede más que la retina y el humor vítreo. Colocando entonces, en una cámara obscura, una bujía delante del ojo así preparado, se ve, por transparencia, en la retina, la imagen invertida de la llama.

La luz obra en la retina como en la placa sensible de un aparato fotográfico. Cójase un conejo que haya permanecido en una habitación completamente obscura; expóngasele bruscamente delante de una ventana vivamente iluminada; mátesele, quítesele el ojo y sumérjasele en seguida en una disolución de alumbre, que obra como fijativo para hacer durable la imagen retiniana, y se percibirá entonces en blanco la imagen invertida de la ventana en el fondo rojizo de la retina.

La luz ha destruído, en efecto, la púrpura retiniana ó eritropsina en los bastoncitos, y de ahí la formación de la imagen en blanco de la ventana en el fondo rosado de la retina. Es un procedimiento en un todo comparable á la descomposición de una sal de plata por la luz en un aparato fotográfico.

Las células sensorias, de bastoncitos y de conos, de la

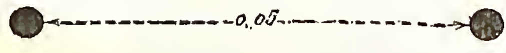


Fig. 141. — *Experimento de Mariotte.*

retina son las únicas impresionables á la luz. En efecto, el *punctum cæcum* ó *papila*, sitio por donde penetra el nervio óptico en el ojo, desprovisto de conos y bastoncitos, es insensible á la acción de la luz, como lo demuestra el siguiente experimento debido á Mariotte. Se traza en una hoja de papel blanco dos discos negros, distantes cinco centímetros el uno del otro (*fig.* 144); después, mirándolos

bien de frente, se cierra el ojo derecho y, sin mover la cabeza, se mira fijamente con el ojo izquierdo el disco derecho. Acercando primero junto á los dos ojos la hoja de papel y separándola en seguida, llega un momento en que el disco izquierdo desaparece, cuando los rayos que envía al ojo izquierdo caen justamente sobre el *punto ciego*.

Persistencia de la imagen retiniana. — La impresión producida en la retina por el contacto de la luz dura cierto tiempo después que tal contacto ha cesado. La duración de esta impresión está en razón directa de su vivacidad. Por esta razón una luz que se hace girar con rapidez nos representa un círculo de fuego, y los radios de una rueda que marcha con velocidad nos dan la sensación de un disco, etc. La duración de las impresiones de la retina se calcula, por término medio, en $\frac{1}{10}$ de segundo.

139. Visión de los colores. — Se supone que sólo los conos de la retina son los impresionados por los diversos colores. Los bastoncitos serán únicamente sensibles á la mayor ó menor intensidad de la luz. Esta opinión de los fisiólogos está fundada en que no se observan conos en la retina de varios animales nocturnos, tales como los mochuelos y murciélagos, poco aptos, por consecuencia, para distinguir los colores.

Se llaman *complementarios* dos colores cuando, mezclados, producen una tintura blanquecina; por ejemplo: el rojo y el verde, el anaranjado y el azul, el amarillo verdusco y el violeta.

El *contraste sucesivo de los colores* consiste en el hecho de que si, después de haber mirado un disco rojo durante cierto tiempo, se fijan los ojos en una superficie blanca, se ve allí bien pronto aparecer un disco verde, cuyo color es complementario del primero.

El *contraste simultáneo de los colores* resulta de la yuxtaposición de dos colores complementarios. Así el rojo y el verde, colocados uno junto á otro, adquieren más brillo que vistos aisladamente. Por el contrario, yuxtapuestos otros colores, se perjudican, pierden en su intensidad.

Daltonismo. — Ciertas personas no tienen noción exacta de los colores; no pueden distinguir el rojo del verde, el

azul del violado, el amarillo del verde, etc. Esta anomalía de la visión ha recibido el nombre de *daltonismo* (de Dalton, físico inglés que adolecía de tal defecto y fué el primero que le describió). Es bastante común, por lo cual las compañías de caminos de hierro se han visto obligadas á no aceptar para conductores de trenes, fogoneros y mecánicos sino á los que, previo examen, se prueba que no tienen este defecto.

Fosfenos. — Llámanse *fosfenos* ciertas sensaciones luminosas provocadas por excitaciones (presión, golpe ó herida) de la retina ó del nervio óptico. Para obtenerlas, basta comprimir ligeramente los ojos con los dedos, estando cerrados los párpados: se ve entonces una multitud de puntos brillantes ó círculos luminosos que van ensanchándose ó estrechándose según que la presión sea más ó menos fuerte. Los oftalmólogos sacan partido de este fenómeno para apreciar el grado de sensibilidad de la retina

140. Ilusiones de óptica. — Llámanse *ilusiones de óptica* las impresiones visuales erróneas.

Una de las más curiosas de este género es el hecho bien

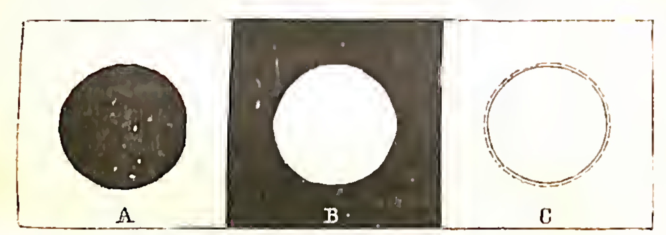


Fig. 145. — *Ilusión de óptica.*

A y B. Círculos iguales. — C. Zona de irradiación del círculo blanco en fondo negro.

conocido de que un objeto luminoso ó fuertemente iluminado parece más grande que otro objeto obscuro, en igualdad de dimensiones. De dos círculos, por ejemplo (*fig.* 145), ó dos cuadrados de igual dimensión presentados, el blanco sobre fondo negro y el negro sobre fondo blanco, parecerá siempre más grande el primero que el segundo. Este efecto, designado con el nombre de *irradiación*, resulta de que la impresión luminosa en la retina traspasa el campo visual é invade el espacio obscuro que le rodea.

La irradiación es la causa por la cual una estrella fija que, mirada con el telescopio, no es sino un punto luminoso, se muestre á simple vista bajo la forma de una pequeña superficie brillante. También es la irradiación la que, por la noche y á distancia, hace que la llama de los mecheros de gas nos parezca más grande de lo que es en realidad.

141. Visión binocular. — Mirando con los dos ojos (visión binocular) vemos los objetos sencillos, aunque en realidad producen una imagen sobre cada retina, es decir, una imagen doble cada uno. ¿Cómo explicar este resultado?

La observación muestra que no puede tener lugar la visión sencilla con los dos ojos, sino á condición de que los ojos estén dirigidos de tal modo que sus ejes ópticos OA O'A (*fig.* 146), que pasan por el centro óptico del cristalino, vengan á converger hacia el objeto; ó en otros términos, que *el vértice* A *del ángulo visual* OAO' *coincida con un punto del cuerpo observado*.

Fig. 146. — *Angulo visual.* OA. OA'. Ejes ópticos. — OAO'. Ángulo visual. — A. Punto situado en el vértice del ángulo visual. visto sencillo. — B, C. Puntos que situados delante ó detrás del ángulo visual se ven dobles.

Los rayos luminosos hieren entonces dos *puntos correspondientes ó conjugados* de la mancha amarilla de las dos retinas, y las dos percepciones luminosas se confunden en el cerebro, que no remite más que una sola sensación. La buena dirección que debe darse á los ojos para que las dos imágenes se confundan en una sola es un caso de autoeducación.

Si fijamente miramos un lápiz en A (*fig.* 146), otro lápiz, colocado en B ó en C, que no es visto y en el cual, por consecuencia, no convergen los ejes ópticos, será visto doble. Se obtiene además la visión doble desplazando ligeramente un ojo con el dedo, después de haberle fijado en un objeto.

La visión monocular no nos informa bien acerca dela

distancia que nos separa del objeto mirado, pues apreciamos esta distancia por un esfuerzo muscular que es preciso hacer para que nuestros ojos vayan á converger en que punto de mira.

Nuestros ojos no perciben, al mirar un objeto, dos imágenes absolutamente idénticas; algunos de sus puntos están ocultos para un ojo, mientras que no lo están para el otro. De la superposición de estas dos imágenes, un poco diferentes, nace la noción del relieve de los cuerpos.

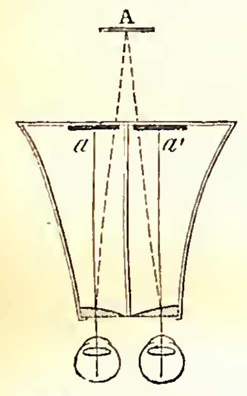


Fig. 147. — *Estereoscopio.* *a. a'.* Imágenes de un mismo objeto. — A. Vista del objeto en relieve dado por las dos imágenes.

El *estereoscopio*, instrumento de óptica bien conocido, que nos proporciona la sensación del relieve de las imágenes, está construido según este principio.

Si delante de los ojos se colocan, una al lado de la otra (*fig.* 147), dos imágenes *a a'*, un poquito diferentes, de un mismo objeto que produzcan en cada ojo la impresión que le causaria la visión del objeto mismo, y, por un sistema de dos prismas ó de dos lentes convenientemente dispuestas, se llega á hacer coincidir á estas dos imágenes de manera que no se vea más que una sola A, como ocurre en la visión directa, se verá entonces el objeto representado como si realmente estuviera en el espacio, con todos sus relieves.

RESUMEN

I. La *sensibilidad general*, que nos da la sensación del contacto, del calor y del frio, es propia de todos los tejidos de los organismos vivos. Las sensaciones especiales de forma y de color de los objetos, de gusto, de olfato y de sonoridad, son recogidas por órganos especiales llamados *órganos de los sentidos*.

II. En el hombre y en la mayor parte de los animales son cinco los sentidos : *Tacto, gusto, olfato, oido* y *vista*.

III. El *tacto* tiene por asiento la piel. La piel está compuesta

de dos partes, la *epidermis* y la *dermis*. La epidermis comprende dos capas, la *capa córnea*, insensible, y el *cuerpo mucoso* ó de *Malpighi*, sensible. La dermis, muy sensible y muy resistente, está constituída por un sólido fieltraje de fibras conjuntivas y fibras elásticas. Contiene en su espesor las *papilas*, las *glándulas sudoríparas* y las *glándulas sebáceas*.

IV. Las *papilas*, eminencias rojizas de la superficie de la dermis, dispuestas en series lineales en las manos y los pies, reciben : las unas vasos, y las otras pequeños abultamientos nerviosos de la terminación de los nervios sensitivos, llamados *corpúsculos del tacto*.

V. Las *glándulas sudoríparas* ocupan todo el espesor de la dermis. Están constituídas de un pequeño tubo cerrado por un extremo, arrollado en su base para formar la glomérula, y la otra parte, vuelta en espiral y abierta en la epidermis, constituye el *canal secretorio*. La transpiración es una secreción complementaria de la orina.

VI. Las *glándulas sebáceas* tienen la forma de bolsitas dispuestas por parejas y desembocan en los folículos pilosos.

VII. Los pelos y las uñas son producciones epidérmicas.

VIII. El *gusto* tiene por órgano principal la *lengua*, cuya mucosa está tapizada de tres especies de papilas : *papilas filiformes*, en la parte anterior y en sus bordes; *papilas fungiformes*, en toda la superficie de la lengua, y *papilas caliciformes*, muy voluminosas que forman la V lingual hacia el tercio posterior de la lengua.

IX. Los nervios de la lengua son : el *lingual*, rama del trigémino, que se distribuye en las papilas filiformes de la parte anterior de la lengua, á la cual da, sobre todo, su sensibilidad táctil; el *gloso-faríngeo*, que se distribuye en las papilas fungiformes y caliciformes hacia la mitad y el tercio posterior de la lengua, á la cual da la sensibilidad gustativa, y el *hipogloso*, nervio motor de los músculos de la lengua. Estos nervios están dispuestos por pares.

X. El órgano del *olfato* es la mitad amarilla ó superior de la mucosa pituitaria. La mitad roja ó inferior, muy vascular, es respiratoria. Las fosas nasales comprenden tres *conchas* ó piezas óseas revueltas sobre sí mismas, y tres *meatos* situados en su cavidad. Numerosas papilas filiformes, encargadas de detener las partículas odoríferas, tapizan la mucosa.

XI. Los nervios de la mucosa pituitaria son : el *olfatorio*, primer par de los nervios craneanos, cuyas fibras, pasando á través de los agujeros de la lámina, llena de orificios, del etmoides, se ramifican en la mitad superior ó amarilla de la pituitaria y la

comunican la sensibilidad olfatoria: el *nasal* adelante y los *palatinos* atrás, ramificaciones todas del trigémino, que dan á la mucosa su sensibilidad táctil.

XII. El aparato del *oido* está, en su mayor parte, alojado en el grueso del hueso temporal. Se divide en tres regiones : *oido externo, oido medio* ó *caja del tímpano* y *oido interno.*

XIII. El *oido externo* comprende la *concha* ó *pabellón* y el *conducto auditivo externo*, cerrado por la membrana del *tímpano* extendida oblicuamente.

XIV. El *oido medio* se halla alojado en la masa del peñasco. Está separado : del oido externo, por la membrana del tímpano, y, del oido interno, por la ventana oval y la ventana redonda, cerradas ambas por membranas fibrosas y vibrantes análogas al tímpano. Comunica : arriba, con las *células mastóideas*, y, abajo, con el aire exterior por medio de la *trompa de Eustaquio*, la cual va á abrirse en la parte posterior de las fosas nasales. En su interior se encuentra la cadena de los cuatro huesecillos, á saber . el *martillo*, fijo en el tímpano, el *yunque*, el *lenticular* y el *estribo*, el cual se apoya en la ventana oval.

XV. El *oido interno* ó *laberinto* recibe el nervio auditivo (8° par de los nervios craneanos) por el conducto auditivo interno. Es el órgano esencial de la audición. Se compone de un laberinto óseo alojado en el peñasco y contiene un *laberinto membranoso*. El laberinto membranoso se encuentra lleno de un liquido (la *endolinfa*), y está separado del laberinto óseo por otro liquido (la *perilinfa*).

XVI. El oido interno comprende tres partes · el *vestíbulo*, los *canales semicirculares* y el *caracol*.

XVII. La *lámina espiral* del caracol, ósea en su base, llega después á ser membranosa y forma la *membrana basilar*, cuyas 6,000 fibras acordadas vibran según que, por su tensión, responden al sonido que á ellas llega y á sus armónicos. Sus fibras sostienen los *órganos de Corti*, en los cuales se encuentran alojadas células sensorias, de pestañas ó de bastoncitos, de las últimas ramificaciones del nervio auditivo.

XVIII En la endolinfa nada un polvillo calcáreo formado por los *otolitos*, los cuales parecen desempeñar papel en la audición.

XIX. El *aparato de la visión* se compone esencialmente del *globo del ojo* y del *nervio óptico*. El globo del ojo está formado de diversas envolturas membranosas (esclerótica, córnea transparente, coroides, retina) y de medios transparentes (humor acuoso, cristalino, humor vítreo y membrana hialoides que le contiene) á través de los cuales se refracta la luz.

XX. De la coroides dependen, adelante : el *músculo ciliar*, los *procesos ciliares* y la membrana *iris*, horadada por la *pupila*, que hace veces de diafragma.

XXI. La *retina* es la dilatación, en forma de concha, del *nervio óptico* cuyas postreras ramificaciones terminan en células sensorias en forma de *conos* y de *bastoncitos*, estos últimos teñidos de rosa por la *púrpura retiniana*. La retina presenta, á la entrada del nervio óptico, la *papila* ó *mancha ciega*, desprovista de conos y de bastoncitos. En el centro del fondo del ojo se encuentra la *mancha amarilla*, formada exclusivamente de conos y extremadamente sensible á la luz.

XXII. Las partes accesorias del ojo son : la glándula y el aparato lagrimal; los cuatro músculos derechos y los dos oblicuos; la órbita, los párpados, las pestañas y las cejas.

XXIII. À la fisiología de la visión se refiere gran número de hechos, de los cuales los principales son : *formación de la imagen retiniana*, *acomodación*, *hipermetropía*, *presbicia*, *miopía*, *fosfenos*, *visión de los colores*, *daltonismo*, *contrastes sucesivos y simultáneos de los colores*, que pertenecen á la visión monocular, y *vista simple con los dos ojos*, *ángulo visual* que permite apreciar las distancias, *sensación del relieve* (*estereoscopio*), que pertenecen á la visión binocular.

CAPÍTULO XIV

CLASIFICACIÓN ZOOLÓGICA

Especie, Género, Familia, Orden, Clase y Rama. — Teoría de Darwin. — División del reino animal en ocho ramas. — Perfeccionamientos progresivos de los animales hasta los vertebrados.

Principios de la clasificación.

142. Clasificación zoológica. — Los seres que constituyen el reino animal son tan numerosos, que la más vasta memoria sería incapaz de retenerlos; la vida de un hombre no bastaría para su estudio individual. Ha sido, pues, necesario, para hacer posible el conocimiento completo y

metódico de los animales, distribuirlos (según su parecido y sus analogías de organización) en grupos de diversos órdenes, cuyo reducido número permitiese abarcar fácilmente el conjunto del reino animal.

Estos grupos, partiendo de los más simples á los más complejos, son : la *especie*, el *género*, la *familia*, el *orden*, la *clase* y la *rama*.

La *especie* se compone de animales descendientes unos de otros y que *tienen entre sí tanta semejanza como con sus padres*. Así, la *especie canina* comprende todas las variedades de perros. La especie puede subdividirse en diversas *razas*.

Agrupando varias especies vecinas, que tengan entre ellas numerosos puntos de semejanza, se forma un *género*. De esta suerte, el género PERRO comprende la especie doméstica, la especie lobo, la especie zorro, la especie chacal, designados por las palabras latinas, *canis familiaris*, *canis lupus*, *canis vulpes*, *canis aureus*.

La *familia* está formada de diversos géneros que tengan también entre sí ciertos puntos de la semejanza. Así, la familia de las *mustélidas* (de *mustela*, *comadreja*) comprende los géneros *marta*, *visón* y *nutria*, animales éstos que tienen por carácter común y familiar, aparte de su organización de carnívoros, la forma alargada de su cuerpo, que antes las había hecho figurar en la familia de los carniceros vermiformes.

Según este mismo principio de agrupación, la reunión de diversas familias que presentan ciertas analogías, constituyen un *orden*; diversos órdenes forman una *clase*, y diversas clases una *rama*.

Por lo tanto, para definir en Zoología á un gato, diremos que el *gato* pertenece á la rama de los vertebrados, clase de los mamíferos, orden de los carnívoros, familia de los *félidos*, género *felis*, especie *catus*.

Por la reunión de los nombres del género y de la especie son generalmente designados los animales en los jardines zoológicos.

143. Origen de las especies. Teoría de Darwin. — El origen de las especies animales ó vegetales ha sido y es todavía objeto de vivas discusiones entre los naturalistas. Los unos, con Linneo, de Jussieu y Cuvier, consideran la

especie como un tipo fijo, invariable, habiéndose conservado por descendencia desde su origen hasta nuestros días en su forma primitiva y esencial. Otros, con Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire y el naturalista inglés Carlos Darwin, pretenden, por el contrario, que las especies, lejos de ser fijas é inmutables, pueden con el tiempo y bajo la influencia de diversas causas modificarse poco á poco y transformarse en nuevos tipos específicos de un orden más elevado. Estos nuevos tipos, así creados, podrían á su vez, en el curso de las edades y por la acción de las mismas causas, siempre activas, producir otros, y así sucesivamente.

Por manera que, según la concepción de Darwin, las innumerables especies de animales y plantas que pueblan la superficie del globo, procederían todas ellas de algunos tipos orgánicos ó aun de un solo tipo primordial, creado en un principio para llegar á ser la estirpe común de todos los seres vivos. « Hay cierta grandeza, dice Darwin, en considerar la vida con todas sus propiedades como dada primitivamente por el Creador á un reducido número de formas ó quizás á una forma única; y en pensar que mientras nuestro planeta describía sus revoluciones en derredor del Sol en virtud de la ley inmutable de la gravitación, un principio ó comienzo tan sencillo daba y da aún origen, por vía de evolución, á una serie infinita de formas tan bellas y admirables. »

La teoría de Darwin, que aún se designa con el nombre de *teoría de la evolución* ó del *transformismo*, está basada en dos hechos principales : la *lucha por la existencia ó competencia vital*, y la *selección natural* que es su corolario.

Todos los seres, sin excepción, se hallan en un estado de lucha perpetua, ya contra las condiciones vitales exteriores, es decir, el clima, ya entre sí mismos para conseguir cada cual el alimento necesario. La consecuencia forzosa de esta batalla sin tregua es que unos sucumben ó se ven obligados á emigrar, mientras otros, gracias á cualidades particulares más apropiadas á las condiciones del combate, resisten y aun se perfeccionan, por efecto de su misma actividad siempre despierta. Parece, pues, que la Naturaleza hace en este caso lo que el hombre mismo, cuando quiere crear una raza nueva de animales y dotarla

de una cualidad especial. Escogiendo con cuidado entre aquellos los individuos que ya poseen en mayor grado dicha cualidad, los aparea, y gracias á la ley de la herencia, llega á fijarla en su prole, si no para siempre, á lo menos en cierto número de generaciones. Este procedimiento es el llamado *selección artificial* (del vocablo latino *seligere*, escoger).

En la lucha por la vida, al sacrificar la naturaleza los seres más débiles para que sobrevivan los más fuertes, los mejor organizados para subsistir, realiza, por lo tanto, ella también una especie de selección, por cuyo medio, según Darwin, continúa su obra de perfeccionamiento indefinido. La *selección natural*, en este supuesto, está llamada á producir con el transcurso del tiempo, ante todo variedades y luego razas, que á su vez deben constituir nuevas especies, puesto que las variedades no son, en la hipótesis de Darwin, sino especies en via de formación.

Entre las diversas causas invocadas por Darwin como favorables á la variabilidad de las formas orgánicas, figuran las *emigraciones* de animales, obligados por la competencia vital á difundirse lejos de su primera morada para hallar medios de existencia. Citemos aún las relaciones necesarias del organismo y de su medio ambiente, esto es, la *adaptacion* de los órganos á las condiciones del medio; ejemplos notables de ello nos ofrecen muchos animales, como los murciélagos, las ballenas, las focas, las morsas, etc.

En resumen : variaciones de las formas orgánicas que se producen poco á poco bajo la influencia de la concurrencia vital ú otras causas dependientes del clima, del alimento, del medio, del modo de ejercicio de los órganos, etc.; variaciones que se hacen permanentes por la selección natural y las leyes hereditarias. Tal es la teoria de Darwin

144. División del reino animal en ocho ramas. — Cuvier había dividido el reino animal en dos grandes grupos primordiales,según que los animales están ó no provistos de una columna vertebral y de un esqueleto óseo ó cartilaginoso. Les dió los nombres de

Vertebrados é invertebrados.

Cuvier había después subdividido los invertebrados en tres ramas, de tal suerte que su clasificación, notable por su sencillez, comprendía cuatro ramas : los *Vertebrados;* los *Anélidos*, de cuerpo generalmente duro ó quitinoso, compuesto de diversos anillos ó artículos: los *Moluscos*, de cuerpo blando no segmentado; los *Zoófitos* ó *animales-plantas*, de simetría radiada.

Los naturalistas modernos dividen el reino animal en ocho ramas, clasificación más conforme á los actuales conocimientos de anatomía comparada y embriogenia, á saber :

1° Los Protozoarios.	5° Las Lombrices.
2° Los Esponjiarios.	6° Los Articulados ó Artrópodos.
3° Los Celentéreos.	7° Los Moluscos.
4° Los Equinodermos.	8° Los Vertebrados.

Se notará que las cuatro primeras ramas están comprendidas en los *Zoófitos* ó *Radiados* de Cuvier.

PRIMERA RAMA

Protozoarios.

Animalitos, microscópicos en su mayor parte y de constitución simple ó sencilla, unicelular. — No tienen órganos internos distintos ó que puedan distinguirse.

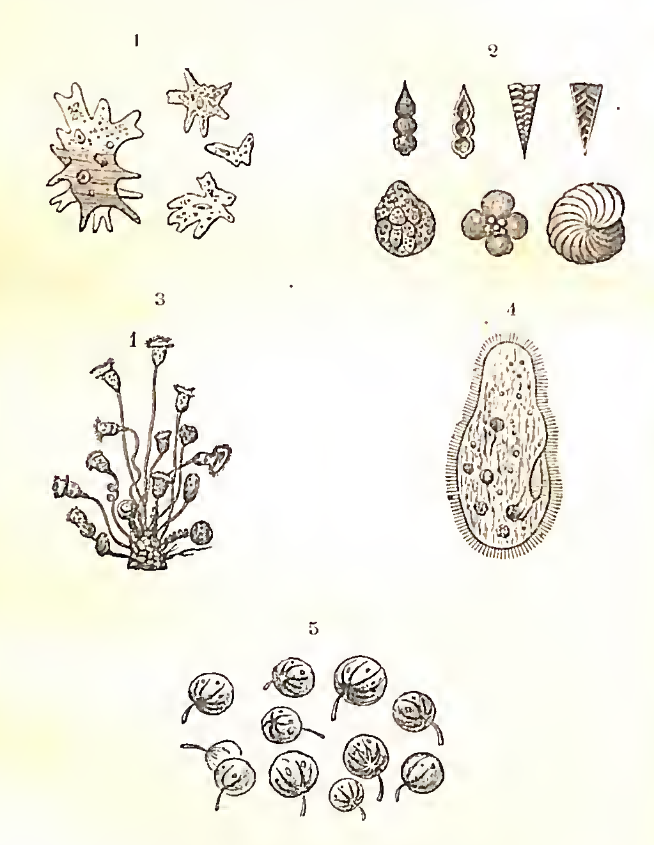


Fig. 148. — *Rama de los Protozoarios*
1. Amibas. — 2. Foraminíferos. — 3. Vorticelas — 4. Paramecia. — 5. Noctilucas.

(Todas estas figuras están representadas como se ven con el microscopio.)

SEGUNDA RAMA

Esponjiarios.

Seres vivientes constituidos por un conjunto de células amiboideas dispuestas en forma de urna, horadada de poros lateralmente pestañosos que se abren por un orificio superior más grande, llamado Osculo. Las esponjas se hallan fijas en el fondo del mar y están reunidas en colonias por un soporte de materia córnea, silicea ó calcárea, que constituye la esponja propiamente dicha. Las agujas calcáreas ó siliceas que forman la armazón de estas variedades de esponjas, llevan el nombre de espiculas.

1



2





Fig. 119. — *Rama de los Esponjiarios*

1. Animalito en forma de urna que segrega la esponja (aumentado). — 2. Esponja córnea ó doméstica. — 3. Esponja calcárea.

TERCERA RAMA

Celentéreos ó Pólipos.

Animales de simetria rayada, de piel lisa, no recubierta de espinas, algunos de los cuales parecen flores. No tienen aparato circulatorio ni sistema nervioso distintos. Su respiración es cutánea. Su canal digestivo, sin pared propia, de una sola abertura, está formado en la substancia misma del cuerpo del animal.



Fig. 150. — *Rama de los Celentéreos.*

1. Actinia ó Anémone de los mares. — 2. Coral. — 3. Hidras de agua dulce, agrandadas diez veces próximamente. — 4 Medusa.

CUARTA RAMA

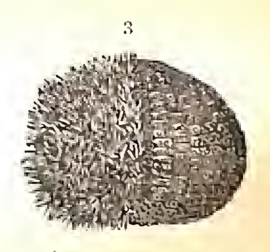
Equinodermos.

Animales de simetría radiada. Su piel está generalmente incrustada de materia calcárea y guarnecida de espinas ó púas móviles. Su tubo digestivo, de dos aberturas, presenta pared propia y aparece claramente distinto de las otras partes del cuerpo.

1



3



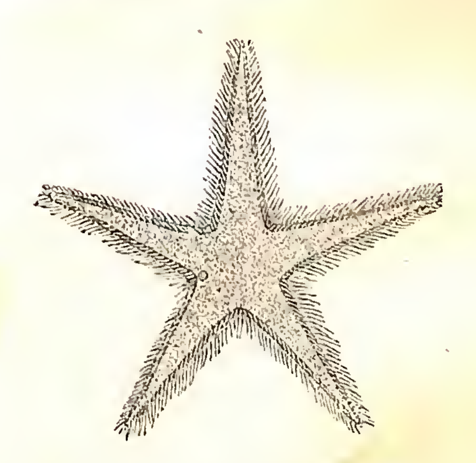


Fig 151. — *Rama de los Equinodermos*

1. Holoturias — 2 Estrella de mar. — 3. Erizo

QUINTA RAMA

Gusanos.

Animales anillados, de simetría bilateral, formados de gran número de anillos semejantes yuxtapuestos. Su piel blanda ó coriácea, pero no endurecida en forma de esqueleto exterior, como igualmente la ausencia de miembros articulados, les distingue claramente de los artrópodos. Sistema nervioso colocado bajo el tubo digestivo y formado de una doble cadena ganglionar reunida en dos ganglios cerebrales por un collar exofágeo simple.

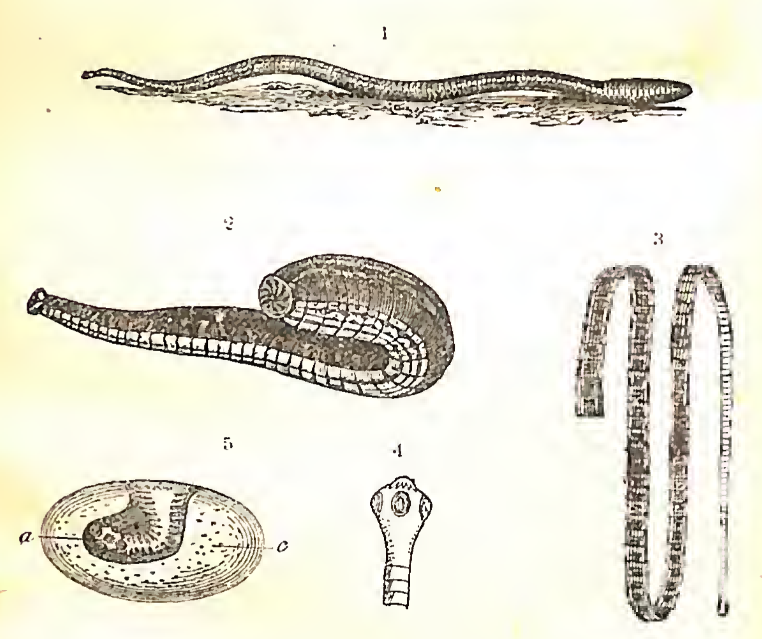


Fig. 152. — *Rama de los Gusanos*

1. Gusano de tierra. — 2. Sanguijuela. — 3. Tenia solium ó lombriz solitaria. — 4. Testa de tenia, agrandada. — 5. Cisticerco agrandado : *a*, cabeza ; *c*, vesícula.

SEXTA RAMA

Articulados ó Artrópodos.

Animales de simetría bilateral, desprovistos de huesos, es decir, de esqueleto interno, para sostén del cuerpo, pero cuyo tegumento externo adquiere, en la mayor parte, una dureza variable, y forma así un esqueleto exterior compuesto de artículos sucesivos ó anillos que se enlazan, más ó menos movibles, los unos con los otros, de donde reciben el nombre. Su sistema nervioso está formado de dos cadenas simétricas de ganglios colocados debajo del tubo digestivo y ligados á los ganglios cerebrales por un collar exofágeo simple.

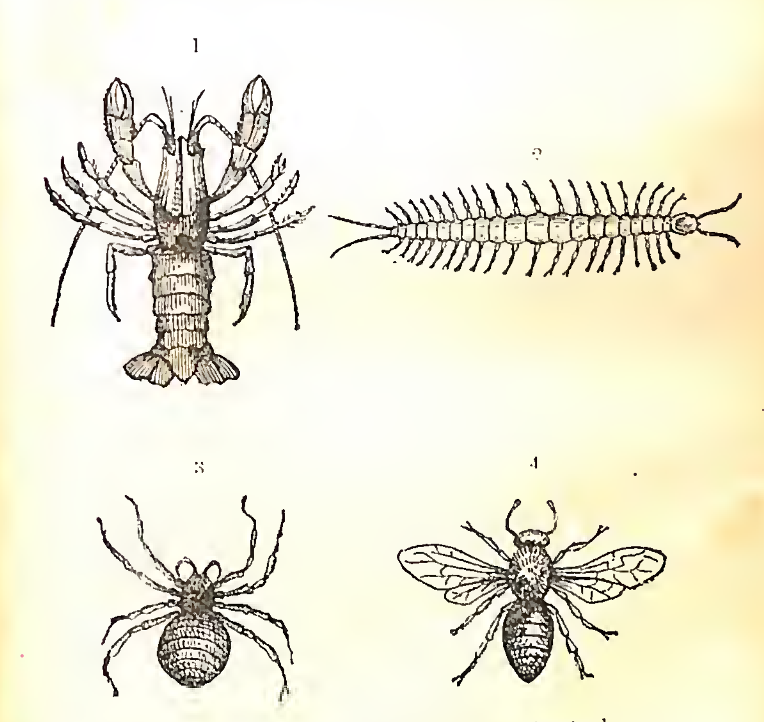


Fig. 153. — *Rama de los Articulados ó Artrópodos.*
1. Cangrejo. — 2. Escolopendra. — 3. Araña. — 4. Abeja.

SÉPTIMA RAMA

Moluscos.

Animales cuyo cuerpo blando, como lo indica su nombre, no presenta ni huesos ni anillos. Su piel no está constituida más que por una envoltura flexible y contráctil, que frecuentemente está recubierta de placas calcáreas denominadas conchas, que sirven para proteger al animal. Ganglios nerviosos no simétricos reunidos á los ganglios cerebrales por un doble collar exofágeo en la parte superior del tubo digestivo

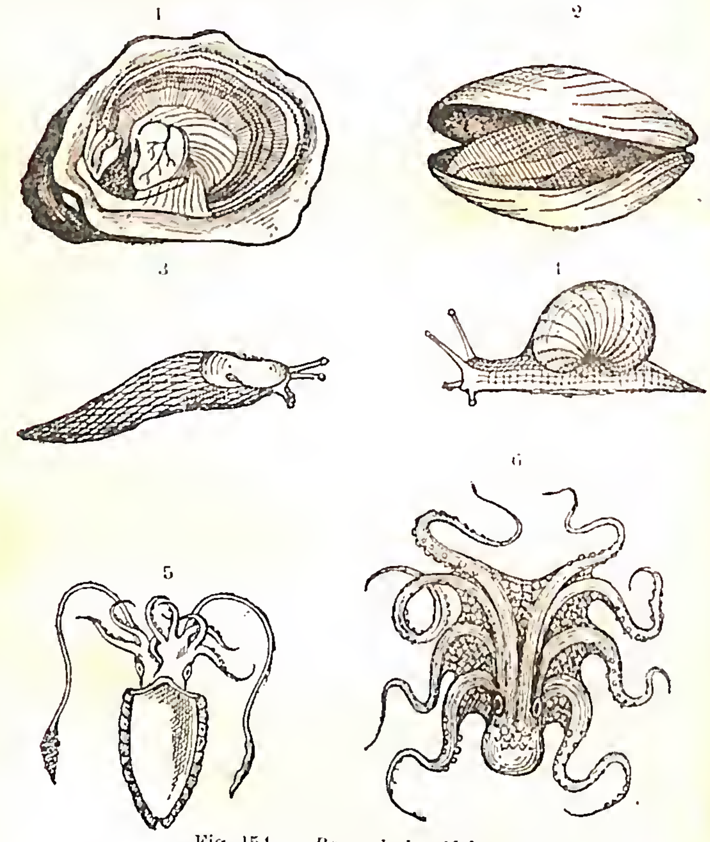


Fig. 154. — *Rama de los Moluscos.*
Ostra. — 2. Almeja — 3. Limaza ó babosa. — 4 Caracol. — 5. Jibia. — 6. Pulpo.

OCTAVA RAMA

Vertebrados.

Animales provistos de esqueleto interior, cuyo eje está formado por la columna vertebral. Su cabeza encierra, además del encéfalo, los órganos del gusto, del olfato, de la vista y del oído. Sus mandíbulas son horizontales y se mueven sobre todo verticalmente. Sus miembros nunca pasan de cuatro. Su sangre, constantemente roja, circula á impulso del corazón en un completo sistema de vasos arteriales y venosos. Su sistema nervioso central, formado por el encéfalo y la médula espinal, está colocado encima del tubo digestivo.

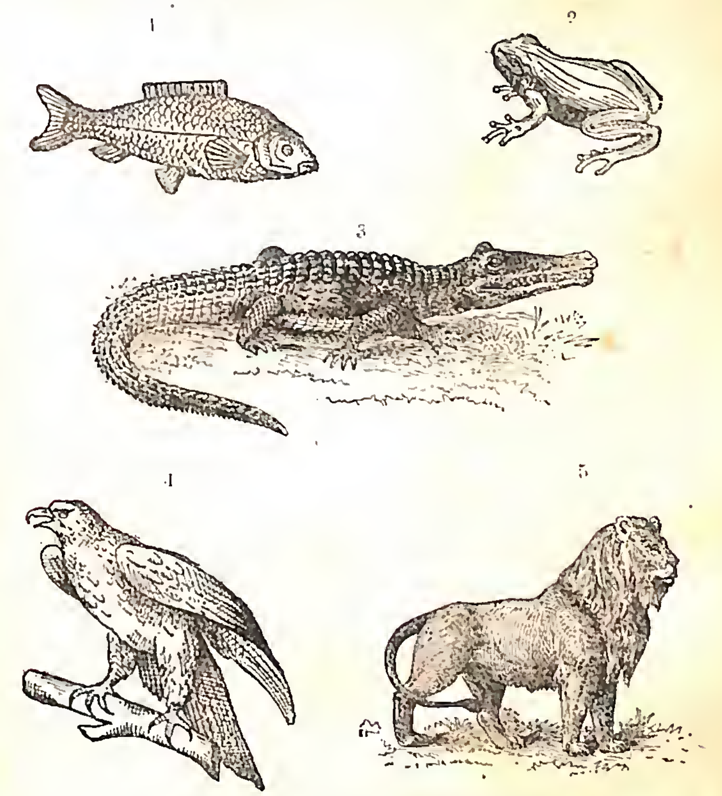


Fig. 155. — *Rama de los Vertebrados.*

1. Peces. Carpa. — 2. Batracios: Rana. — 3. Reptiles: Cocodrilo. — 4. Aves: Aguila. — 5. Mamíferos: León.

145. Perfeccionamientos progresivos de los animales hasta los Vertebrados. — Para formarse una idea de los principales tipos de animales hasta los vertebrados, basta tener presente los ocho cuadros precedentes.

Las *Amibas* (*fig.* 148) son simples glóbulos microscópicos de protoplasma sin envoltura, dotados de movimientos. Ciertas especies unicelulares presentan una membrana de envoltura, muy distinguible en los *Infusorios*, en los cuales está por lo común guarnecida de pestañas vibrátiles que permiten á la célula moverse. En un grado más avanzado, el glóbulo está protegido por una concha (*Foraminíferos*), á través de cuyas aberturas pasan prolongaciones filiformes. No es más, por decirlo así, que materia viviente.

En la segunda y tercera rama (*Esponjiarios*, *Medusas*, *Pólipos*, *fig.* 149 y 150) comiénzanse á ver trazas de organización. Una cavidad, especie de saco digestivo con una sola abertura, está formada en su masa. En su periferia se extienden vasos encargados de distribuir los jugos nutritivos. Pero aun no se distingue sistema nervioso ni aparatos especiales para la circulación de la sangre y la respiración, la cual sigue siendo cutánea. En los *Equinodermos* (cuarta rama) (*fig.* 151), el organismo se perfecciona : el saco digestivo tiene dos orificios; una red de vasos contráctiles, que contiene sangre incolora, le rodea, pero bastante distinta de él. Es el esbozo de un sistema circulatorio. La respiración es aún cutánea, ó comienza á verificarse por algunos filamentos branquiales. Un pequeño collar ganglionar en torno de la boca es el indicio de un sistema nervioso.

Los *gusanos*, quinta rama (*fig.* 152), notables por su disposición segmentaria, su cerrado sistema circulatorio, su sangre roja, y, sobre todo, los *Artrópodos*, sexta rama (*fig.* 153), presentan ya, particularmente en los *Insectos*, organización admirablemente perfeccionada. Los órganos de la locomoción y de los sentidos son perfectos, pero el sistema óseo, que falta, está reemplazado por un endurecimiento córneo de la epidermis segmentado en anillos y haciendo veces de esqueleto exterior.

En los *Moluscos superiores*, los *Cefalópodos*, séptima rama (*fig.* 154), los progresos de organización se acentúan todavía más. Cada función tiene su órgano propio, ó su sistema de órganos para cumplirla. Así, llegamos á los prototipos de

los *Vertebrados*, octava rama (*fig.* 155), cuyo esqueleto interno, que tiene por eje la columna vertebral, les distingue de todos los seres precedentes.

RESUMEN

I. La *Especie* está constituida por un grupo de animales que descienden unos de otros y que entre sí tienen tanta semejanza cuanta tienen con sus padres.

II. Las otras divisiones del reino animal son : el *Género*, la *Familia*, el *Orden*, la *Clase* y la *Rama*.

III. Según la teoría de Darwin y de los evolucionistas, todas las especies de animales y de plantas se derivan de algunos tipos orgánicos primordiales muy poco numerosos, cuatro ó cinco, á lo más, ó aun de un tipo único para cada reino animal y vegetal.

IV. La teoría de Darwin está basada en la *lucha por la existencia* ó concurrencia vital, que hace que subsistan los más fuertes, y en la *selección natural*, que es consecuencia de lo anterior. Los cambios de medio que producen las correspondientes modificaciones de los órganos por adaptación, y la transmisión hereditaria son además causas de la variación de especies.

V. El reino animal se divide actualmente en ocho ramas que, por orden ascendente, son : 1° los *Protozoarios*, 2° los *Esponjiarios*, 3° los *Celentéreos*, 4° los *Equinodermos*, 5° los *Gusanos*, 6° los *Articulados* ó *Artrópodos*, 7° los *Moluscos* y 8° los *Vertebrados*.

CAPÍTULO XV

ANATOMÍA COMPARADA. — LOS INVERTEBRADOS

146. Preliminares. — En esta rápida revista del reino animal, nos limitaremos á estudiar con bastante amplitud los caracteres distintivos de las ramas y de las clases, sin entrar en el pormenor de órdenes, familias, géneros y especies.

El curioso lector que desee tener nociones precisas y prácticas acerca de los animales, las encontrará en nuestra HISTORIA NATURAL DE ESTUDIOS ELEMENTALES, donde hemos descrito gran número de animales salvajes y domésticos, los insectos útiles y dañinos, la piscicultura, la ostricultura, etc.

Juzgando que lo más natural en la nomenclatura del reino animal es comenzar por el elemento más simple, por la Amiba, viviente glomérula de protoplasma, para después ir ascendiendo progresivamente á los organismos más perfeccionados, fijándonos en los seres de transmisión que atan, uno á otro, los anillos de la cadena zoológica, hemos preferido el *orden ascendente*.

1ª RAMA. — PROTOZOARIOS

147. Caracteres generales de los Protozoarios. — Los *Protozoarios*, llamados así porque forman, yendo de simple á compuesto, el primer grupo de la serie zoológica, son seres *unicelulares*, siempre pequeños y casi todos microscópicos. Su organización es nula ó rudimentaria, y su protoplasma forma una ó diversas pequeñísimas vacuolas contráctiles alternativamente llenas y vacías de líquido.

Divídense en dos clases : los **Rizópodos** y los **Infusorios**.

1º Rizópodos. — Los *Rizópodos* están formados por un simple glóbulo de protoplasma con núcleo y vacuidades,

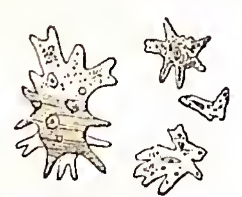


Fig. 156 — *Amibas, muy agrandadas*



Fig 157. — *Conchas microscópicas de los foraminíferos.*

sin membrana envolvente, que proyectan y contraen prolongaciones filamentosas, por medio de las cuales reunen las partículas para su mantenimiento y las digieren sin órgano especial.

El más simple es la *Amiba* de aguas estancadas (*fig.* 156).

Otros rizópodos están provistos de una pequeña concha coloreada, como los *Foraminíferos* (*fig.* 157), horadado por una sola abertura ó por multitud de orificios, por donde

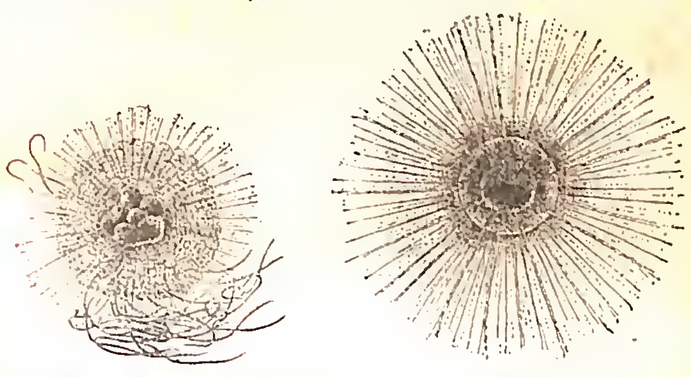


Fig. 158. — *Foraminífero* (*Globigerina muy agrandada*).

Fig. 159. — *Rizópodo Radiolario*).

entran y salen los filamentos sarcódicos del animal. La secular acumulación de estas minúsculas conchas ha contribuido y contribuye siempre á formar los barros de *Globigerinas* (*fig.* 158) del fondo del Océano, así como la creta.

Los *Radiolarios* (*fig.* 159) difieren de los infusorios por un caparazón silíceo guarnecido de púas. Sus cascos abundan en los depósitos arenosos del fondo de los mares.

2º **Infusorios.** — Muy fácilmente pueden observarse los

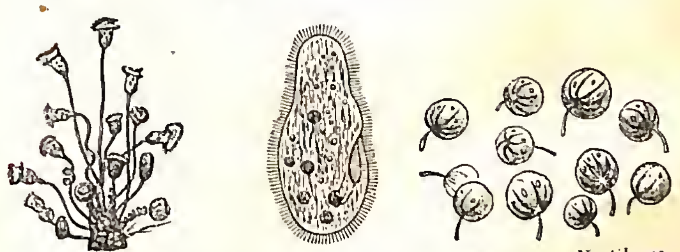


Fig. 160. — *Vorticelas, muy agrandadas.*

Fig. 161. — *Paramecias, muy agrandadas.*

Fig. 162. — *Noctilucas, muy agrandadas.*

Infusorios, mirando con el microscopio una gota de agua en que durante varios días se haya puesto en maceración

un poco de heno ó de cualquier planta. Distínguense dos géneros: los INFUSORIOS CILIADOS, cuya membrana envolvente está guarnecida de pestañas vibrátiles que les sirven para la locomoción, como las *Vorticelas* (*fig.* 160), especie de campanillas ciliadas adheridas por un pie á las plantas palustres, y las *Paramecias*, de forma ovalada (*fig.* 161), que tienen una depresión lateral en forma de boca rudimentaria, y los INFUSORIOS FLAGELADOS, desprovistos de pestañas vibrátiles, pero presentando, como órganos motores, uno ó varios prolongamientos filiformes designados con el nombre de látigo (flagellum), por ejemplo: las *Noctilucas* (*fig.* 162), las cuales dan al mar fosforescencia durante las noches cálidas y tormentosas.

2ª RAMA. — ESPONJIARIOS

148. Caracteres de los Esponjiarios. — Estos animalitos están constituidos por una porción de materia viva, formada de células amiboideas. Presentan la figura de una urna (*fig* 163), adherida por el fondo, horadada de pequeños orificios, llamados *poros*, en su pared, y cuya mayor abertura lleva el nombre de *ósculo*. Estas dos clases de orificios se



Fig. 163 — *Animálculo en forma de urna de una esponja.*



Fig. 164. — *Esponja.*

comunican por finos canales que van desde los poros á la cavidad central de la urna. Están guarnecidos interiormente de pestañas vibrátiles, dispuestas en collaretes, para aprovechar la dirección de la corriente del agua del mar cargada de partículas alimenticias, la cual entra por los poros y sale por el ósculo.

Estos pequeños seres, agrupados en gran número, segregan multitud de filamentos córneos, más ó menos largos, los cuales se reunen de tal manera que forman una masa sólida y porosa destinada á servir de sustentáculo y abrigo á toda la colonia. La parte fibrosa de los esponjiarios, á propósito para recibir y retener el agua en su masa, constituye la Esponja propiamente dicha (*fig.* 164), que sirve como objeto de tocador. Abundan en el Mediterráneo.

Además de las esponjas *quitmosas* ó *córneas* de uso doméstico, existen otras que segregan agujas ó espículas de materia calcárea ó silícea. Las esponjas silíceas, formadas de un encabestramiento de briznas de sílice, brillantes, como seda, son del más precioso aspecto.

3ª RAMA. — CELENTÉREOS Ó PÓLIPOS

149. Caracteres generales de los Celentéreos. — Estos animales, de simetría radiada, algunos de los cuales parecen un admirable conjunto de flores, presentan además una organización muy rudimentaria. No tienen ni aparato circulatorio ni sistema nervioso distintos. Su respiración es cutánea, y su aparato digestivo, *de una sola abertura*, se reduce á un simple saco, sin pared propia, formado en la masa misma del cuerpo del animal.

Divídeseles en dos principales clases : los **Pólipos** ó celentéreos fijos, y las **Medusas** ó celentéreos libres.

Advertencia. — Los Celentéreos tienen generalmente la piel del cuerpo y de sus tentáculos provistos de *células urticantes*. Tales células encierran un pequeño filamento, arrollado en espiral, que, cuando se toca al animal, se desata, penetra en la piel y produce una sensación de escozor como si fuese una ortiga. Su veneno paraliza y tiene por objeto inmovilizar la presa.

1º Pólipos ó Celentéreos fijos. — Los *Pólipos*, de cuerpo blando, gelatinoso, no están constituidos, por decirlo así, más que por un saco digestivo, cuya única abertura está rodeada de tentáculos aprehensores, más ó menos numerosos. Los pólipos se agrupan comúnmente, en número considerable, en un sustentáculo pétreo llamado polipero, cuya substancia segregan ellos mismos.

Géneros y especies principales. — Las Actinias (*fig.* 165) ó Anémones de mar, de cuerpo cilíndrico coronado de una diadema de tentáculos largos y flexibles, cuyos variados



Fig. 165. — *Actinia ó Anémone de mar; long. 0m,05 á 0m,07.*



Fig. 166. — *Pólipo (coral rojo).*

colores les dan apariencia de flores; los Corales, cuyos poliperos arborescentes, generalmente de color rojo, son empleados en joyería y están recubiertos, en el fondo del mar, de una parte blanda, superficial, especie de corteza de arbusto, horadada de multitud de orificios en los cuales



Fig. 167. — *Madrépora.*



Fig. 168. — *Hidras de agua dulce, agrandadas.*

se hallan alojados pequeños pólipos de color blanco ó *Flores de coral* (*fig.* 166) que tienen la boca guarnecida de ocho tentáculos retráctiles, y las Madréporas (*fig.* 167),

polipéros acumulados en masas inmensas que forman peligrosos arrecifes ó bancos en el Océano Pacífico.

Las HIDRAS DE AGUA DULCE (*fig.* 168), cuyo saco digestivo se puede volver como el dedil de un guante sin que el animal perezca, pertenecen también á la clase de políperos, pues estos pequeños animales, de algunos milímetros de largo, están fijos por un pedúnculo carnoso, y tienen la boca rodeada de tentáculos aprehensores.

Los *pólipos hidriarios* se reproducen por huevos y además, en todas las épocas del año, por gemación. Del pólipo principal nacen yemas que se desarrollan y forman una nueva hidra, la cual se separa de la principal para formar una hidra distinta ó permanece adherida para crear una colonia.

2º **Medusas ó Celentéreos libres.** — Estos animales, que flotan á millares muy próximos á nuestras costas, conocidos con el nombre de *Medusas* ú *Ortigas de mar*, están constituidos por una masa globulosa, convexa, transparente, blanquecina ó azulada (*fig.* 169). De la circunferencia de la *sombrilla ó casquete esférico* penden, en gran número de especies, apéndices filiformes, y la boca, ó abertura única del saco digestivo, está rodeada de cuatro voluminosos tentáculos aprehensores. Su contacto produce en la piel sensación de escozor.



Fig. 169. — *Acalefo (medusa).*

En las medusas comienza á ser más complicada la organización del tubo digestivo. Del saco principal, que es de una sola abertura, parte un sistema de cuatro canales que penetran en cada tentáculo y forman al rededor de la sombrilla un canal circular. Estos canales llevan á las diferentes partes del cuerpo los jugos alimenticios que provienen de la digestión.

Las medusas ponen huevos, de donde nacen larvas ciliadas que circulan por el mar durante cierto tiempo; después se fijan en una roca, y dan origen á un polipero

bastante semejante á una hidra. De este polipero se desprenden más tarde yemas destinadas á llegar á ser medusas. Este es un ejemplo de generación alternativa, modo de reproducción muy frecuente en los vegetales criptógamos. Llámanse *Hidromedusas* estos seres, alternativamente hidras y medusas.

Los Sifonóforos están constituídos por agrupaciones ó colonias de medusas é hidras, formando una masa flotante y transparente como el cristal. El eje de la colonia es un tubo hueco, terminado en alto por una vejiga aérea *v. a.* (*fig.* 170) ó flotador, y se comunica con otras cavidades que están fijas á él. Pero aquí las partes constitutivas de la colonia son diferentes, dividiéndose en grupos que tienen especiales funciones: los unos están encargados de la nutrición, absorbiendo las materias alimenticias que van á coger por medio de sus filamentos flotantes *f. n. p.*; los otros *b. m.* producen por gemación otras medusas ú otros pólipos; los del tercer grupo, habitantes de la colonia, convertidos en largos escudos *b* y armados de células urticantes, son los encargados de la defensa, y los últimos, transformados en vesículas natatorias *v. n.*, hacen en la parte superior el oficio de flotadores.

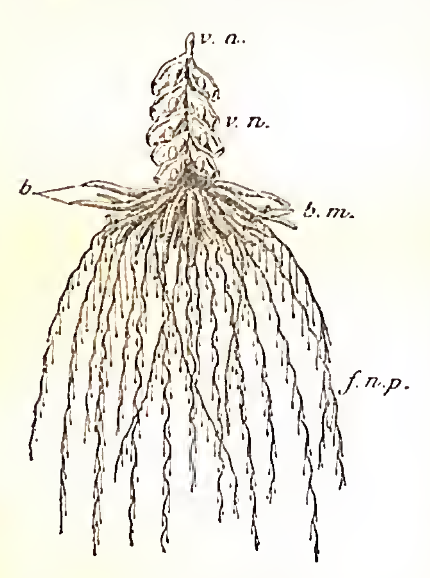


Fig. 170 — *Sifonóforo.*

v.a. Vesícula aérea ó flotador. — *v.n.* Vesículas natatorias. — *b.* Escudos de defensa. — *b.m.* Gemas medusoideas ó reproductoras. — *f.n.p.* Filamentos aprehensores encargados de la nutrición.

4ª RAMA. — EQUINODERMOS

150. Caracteres generales de los Equinodermos. — Los *equinodermos* presentan un tipo de organización notablemente más elevada que la de los celentéreos. Son los equinodermos pequeños animales marinos, cuya piel, por lo general dura y calcárea, está armada de puntas ó espinas articuladas. Su cuerpo, de forma globulosa ó estrellada, ofrece una simetría radiada análoga á las de las flores. En la superficie de la piel ó del casco calcáreo se ve gran número de agujeros dispuestos en líneas simétricas. De estos orificios salen delgados tentáculos carnosos, terminando cada uno en una ventosa: son los órganos de locomoción ó *ambulacros*.



Fig. 171. — *Sistema nervioso de los equinodermos.*

Su canal digestivo, completamente distinto, movible en la cavidad del cuerpo, donde puede formar una ó más circunvoluciones, presenta dos orificios: *boca* y *ano*. Tienen sistema circular, compuesto de un vaso contráctil del que salen diversas arterias que se ramifican por todas partes. Otro sistema de *vasos*, llamados *acuíferos*, comunica con el exterior y permite al agua penetrar en todas las partes del cuerpo del animal. El sistema nervioso, muy rudimentario, presenta igualmente una disposición radiada (*fig.* 171).

Los equinodermos se dividen en tres clases: Holoturias, Asterias y Ursinas.

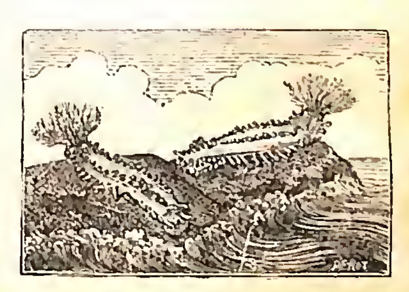


Fig 172. — *Holoturias;* 0m,20 de longitud.

1º Holoturias. — Las *holoturias* son animales marinos (*fig.* 172) de cuerpo cilíndrico, de 15 á 20 centímetros de largo y de simetría radiada. Su piel, dura y coriácea, no tiene púas, pero está sembrada de corpúsculos calcáreos. Su boca está

rodeada de una corona de tentáculos arborescentes. Presentan cinco hileras longitudinales de ambulacros poco desarrollados.

2º **Asterias ó Estrellas de mar.** — Las *estrellas de mar* (*fig.* 173), muy comunes en nuestras costas, tienen la forma de una estrella de cinco ángulos, generalmente rojiza. Su piel es dura y erizada de púas. En la parte inferior de cada radio existe un surco longitudinal en cuyo fondo se mueve una multitud de ambulacros; los más internos, cerca de la boca situada en la faz inferior del disco central, son órganos de aprehención, y los otros de locomoción.

Las ENCRINAS, muy abundantes en los tiempos geológicos y muy raras hoy, son variedades de las estrellas de mar, fijas á las rocas submarinas por largos troncos flexibles.

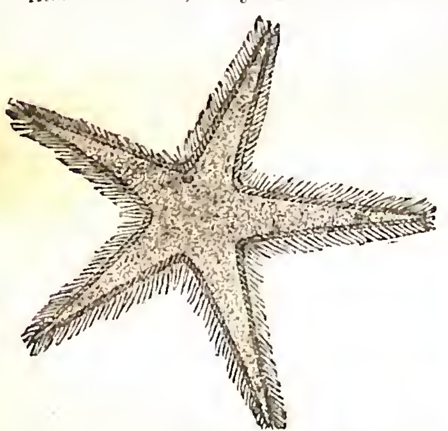


Fig 173. — *Estrella de mar; largura de cada radio : 0m,06*

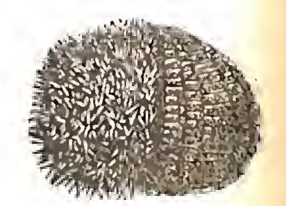


Fig. 174 — *Ursina grosor de una mandarina*

3ª Las **Ursinas** (*fig.* 174), llamadas también *erizos de mar* por razón de las numerosas púas movibles de su casquete calcáreo, tienen forma globulosa, aplanada por sus polos. Su boca, situada en la faz inferior del cuerpo, presenta cinco dientes que forman parte de un aparato muy complicado, conocido con el nombre de *Linterna de Aristóteles* Está rodeada de pequeñas pinzas de dos ó tres brazos llamadas *pedicularias.* El ano se halla situado en el centro de la cara superior del animal. Los ambulacros están dispuestos en cinco hileras simétricas en la concha. Las ursinas abundan en el Mediterráneo y constituyen un manjar muy estimado.

5ª RAMA. — GUSANOS

151. Caracteres generales. — Los *gusanos* son animales anillados, esto es, compuestos de segmentos ó anillos distintos y consecutivos. Estos anillos, que tienen uniforme estructura interior, pueden considerarse como una colonia dispuesta longitudinalmente, cuyos dos anillos extremos son los únicos que se diferencian, el primero por constituir la boca y el último por formar el ano. De la vida especial de cada anillo resulta que, si se corta en dos un gusano de tierra sin matarle, las partes truncadas se modifican por sí solas: la una para formar una nueva boca y la otra para constituir un nuevo ano.

Su tubo digestivo se extiende de la una á la otra parte del cuerpo. En la sanguijuela está dividido dicho tubo en diversos abultamientos separados por estrangulaciones. El aparato circulatorio es cerrado, es decir, que la sangre circula en un sistema vascular cerrado, compuesto de dos principales vasos contráctiles que hacen funciones de corazón, el uno dorsal y el otro ventral, unidos á cada anillo por asas laterales, cuyo conjunto rodea al tubo digestivo. La sangre es generalmente roja.

Fig. 175. — *Sistema nervioso de una sanguijuela.*
g. c. Ganglios cerebroides. — *c.œ.* Collar esofágico único. — *g.s.œ.* Masa ganglionar subesofágica — *g. t.* Ganglios torácicos. — *g. a* Ganglios abdominales — *g an.* Masa ganglionar anal.

La respiración es *branquial* en los marinos y *cutánea* en las otras especies, como el Gusano de tierra y la Sanguijuela.

El sistema nervioso (*fig.* 175) es muy distinto, salvo en las especies parásitas. Está compuesto de dos ganglios más voluminosos que los llamados *cerebroideos g. c.*, situados en el anillo anterior y de una cadena ganglionar que

comprende dos ganglios juxtapuestos y más ó menos con| fundidos por cada segmento del animal y unidos entre sí por hilos nerviosos. Los ganglios cerebróideos situados encima del esófago, están ligados á los ganglios de, segundo segmento que se hallan debajo del esófago *g. s. œ.* por dos filamentos nerviosos, uno de cada lado, que forman un *collar esofágico simple c. œ.*

Los gusanos no tienen miembros articulados, lo cual les distingue claramente de los articulados ó artrópodos. Algunas especies tienen cerdas locomotrices, y son ovíparas.

Por último, cada anillo está provisto de un órgano de

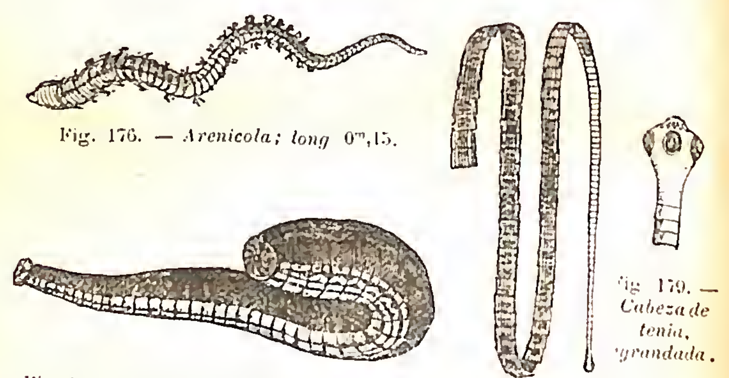


Fig. 176. — *Arenicola; long* 0m,15.

Fig. 177. — *Sanguijuela; grandor natural.*

Fig. 178. — *Tenia solium; log.* 7m

Fig. 179. — *Cabeza de tenia, agrandada.*



Fig 181. — *Triquinas agrandadas, vistas en el tejido muscular.*

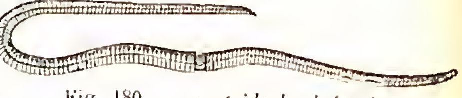


Fig. 180. — *Ascáride lombricoide. Long.* 0m,10 *á* 0m,20.

excreción análogo á los riñones, compuesto á cada lado de una especie de embudo de borde ciliado, que desemboca al exterior por un canal excretorio.

Divídense los gusanos en dos principales grupos . los *Anélidos*, de sistema nervioso ganglionar abdominal y torácico, que viven libre-

mente, y los *Helmintos*, parásitos de organización rudimentaria.

1° Los **Anélidos** se subdividen en *Quetópodos* ó gusanos desprovitos de cerdas locomotrices; *Gusano de tierra* ó *Lombriz*, *Arenicola* (*fig.* 176); y en *Hirudíneas*, que no tienen cerdas, pero sus extremidades están guarnecidas de ventosas locomotrices : *Sanguijuela* (*fig.* 177).

2° Los **Helmintos** se subdividen en *Platelmintos* de cuerpo plano, *Tenias* (*fig.* 178 y 179), y en *Nematelmintos* ó **Nematodeos** de cuerpo redondo : *Ascarides* y *Triquinas* (*fig.* 180 y 181).

La organización de los Helmintos se halla completamente reducida por el parasitismo al estado rudimentario. Aparte de los ganglios cerebroideos, de donde parten dos filamentos nerviosos que longitudinalmente se extienden por todo el cuerpo del animal, no se distingue ningún aparato especial para la circulación, respiración y digestión. Viviendo, por decirlo así, separadamente cada anillo, llénase éste de huevos, se desprende y es expulsado afuera por el animal atacado de la tenia. Estos gusanos presentan emigraciones y metamorfosis muy interesantes que expondremos cuando tratemos de la higiene.



Fig. 182. — *Sistema nervioso de un insecto.*

1. Collar esofágico — 2. Nervios ópticos que parten del primer par de ganglios. — 3. Segundo par de ganglios.

6ª RAMA. — ARTICULADOS Ó ARTRÓPODOS

152. Caracteres generales y división de los Artrópodos. — Hemos de recordar que los *Articulados ó Artrópodos*, animales de simetría bilateral, están desprovistos de esqueleto interno, pero su tegumento externo adquiere, en la mayor parte, la rigidez de un verdadero esqueleto exterior. Su cuerpo, compuesto de anillos, encajados unos en los otros, está

provisto de muchos pares de patas formadas de cierto número de artículos. Su sistema nervioso (*fig.* 182), constituido por dos cadenas de ganglios, se halla situado bajo el tubo digestivo. El primer par de ganglios, que representan el cerebro, se encuentra colocado encima del esófago, de tal suerte que los dos filamentos nerviosos que ponen en comunicación al primer par con el segundo, forman un **collar esofágico.** Los pares de ganglios torácicos y abdominales están más ó menos soldados ó fundidos en un solo ganglio de donde parten los filamentos nerviosos.

Divídense los Artrópodos en cuatro clases :

1° Los **Crustáceos.**
2° Los **Miriápodos.**
3° Los **Arácnidos.**
4° Los **Insectos.**

153. Caracteres generales de los Crustáceos. — Los *Crustáceos* son animales, casi todos acuáticos, cuya piel es extremadamente dura, de consistencia córnea ó pétrea. Su cuerpo, compuesto de anillos, presenta por lo general dos partes distintas : un *Cefalotórax* y un *Abdomen* que constituye la cola.

En gran número de crustáceos, como las langostas, cangrejos, langostinos, y camarones, los ojos son compuestos, voluminosos, fijos en un pedúnculo movible. La cabeza lleva un par de antenas, por lo común muy largas, y otros dos pares más pequeñas ó *anténulas*, en cuya base existe una cavidad muy estrecha que se supone sea el órgano de la audición.

La boca de los crustáceos está armada, en las grandes especies, de dos fuertes mandíbulas que vienen á formar una tenaza, cuyos bordes están guarnecidos de durísimos tubérculos, á propósito para triturar los alimentos. Debajo de las mandíbulas se encuentran, por lo general, dos pares de quijadas propiamente dichas, después tres pares de patas mucho más pequeñas que las verdaderas patas, y de las cuales se sirve el animal para retener la presa; de aquí el nombre de *patas-mandíbulas* con que se las designa. Detrás de estas patas-mandíbulas, el céfalotórax lleva cinco pares de patas articuladas y, á veces, siete; en algunas especies, las dos patas del primer par terminan en poderosas pinzas y son los órganos de aprehensión.

Los crustáceos respiran por medio de branquias lameliformes, colocadas á cada lado del tronco (*fig.* 183) y protegidas por la cubierta calcárea del cèfalotórax; solamente algunos llevan las branquias en la base de las patas ó bajo

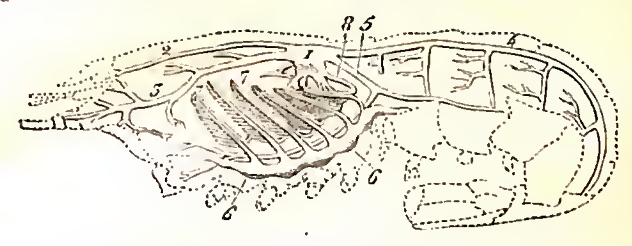


Fig. 183. — *Aparato de la circulación y de la respiración en los crustáceos (langosta).*

1 Corazón ó ventrículo arterial. — 2 y 3. Arterias que se distribuyen por la cabeza. — 4. Arteria abdominal. — 5. Arteria que se distribuye por el tórax. — 6-6. Gruesas venas que reciben la sangre de las diversas partes del cuerpo y la envían á las branquias. — 7-7. Branquias. — 8. Venas branquiales que conducen la sangre desde las branquias al corazón.

el abdomen. Su canal digestivo se extiende en línea recta sin circunvoluciones. La sangre de los crustáceos, de color verdoso, es puesta en movimiento por un corazón vesiculoso, de un solo receptáculo, situado en el trayecto de los vasos arteriales. Las arterias terminan desembocando en *lagunas* situadas entre los órganos. La sangre, así extravasada, después de haber bañado las vísceras, la vuelve á tomar una gruesa vena ó *sinus ventral* que la conduce á las branquias, de donde es transportada al corazón, después de ser vivificada por el oxígeno del aire disuelto en el agua.

Todos los crustáceos son ovíparos. Aprisionado en un caparazón calcáreo inextensible, el joven crustáceo no puede crecer ó agrandarse más que sufriendo cierto número de mudas, las cuales permiten á su cuerpo desarrollarse durante el tiempo, bien corto ciertamente, en que la epidermis comienza à endurecerse de nuevo. En la edad adulta no experimenta el animal más que una ó dos mudas cada año. Agreguemos que muchos crustáceos, las langostas y langostinos en particular, están sujetos como los insectos á metamorfosis más ó menos completas.

Los principales órdenes de la clase de crustáceos son :

1º los **Podoftalmos** (ojos pedunculados decápodos (de diez patas), tales como los *langostinos*, las *langostas*, los *cangrejos*; 2º los **Edrioftalmos** (ojos sesiles en vez de ser pedunculados) como la *creveta de agua dulce*, la *cochinilla*; 3º los **Cirrópodos**, de numerosos y multiarticulados tentáculos en forma de cirros (*balanos ó bellotas de mar* y *anatiferas*).

154. Caracteres generales de los Miriápodos. — Los *Miriápodos* ó *Milpiés* tienen cuerpo alongado y compuesto de gran número de anillos, cada uno de los cuales lleva uno ó dos pares de patas. Respiran, como los insectos, por medio de tráqueas. La cabeza, distinta del cuerpo, lleva dos antenas, dos ojos y una boca provista de mandíbulas. Viven, por lo general, en sitios húmedos y no sufren metamorfosis.

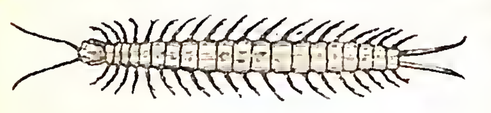


Fig. 184. — *Escolopendra; tamaño natural.*

Las principales especies son los *Iulos* y las *Escolopendras* (*fig.* 184).

155. Caracteres generales de los Arácnidos. — Los *Arácnidos*, cuyo tipo común es la Araña, están desprovistos de alas y llevan cuatro pares de patas. Su cuerpo, generalmente blando y cubierto de piel peluda ó sin pelos, presenta dos partes distintas: una anterior ó *cefalotórax*, que comprende la cabeza y el tórax, confundidos, sin línea alguna de demarcación aparente, y otra posterior, el *abdomen*, globulosa en la araña propiamente dicha, y alongada y formada de anillos en los escorpiones. En la cara inferior del cefalotórax se encuentran implantados *cuatro pares* de

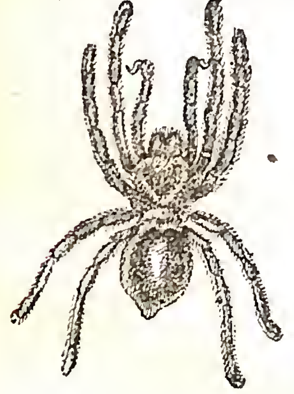


Fig. 185. — *Migala de los paises cálidos; mitad ó tercera parte de su tamaño natural*

patas articuladas, compuestas de cierto número de piezas, y terminando por un doble ganchillo agudo y potente.

La mayor parte de los Arácnidos tienen por corazón un contráctil vaso dorsal, y respiran por medio de pequeñas bolsas ó *sacos pulmonares* que se hallan alojados en el abdomen y se comunican con el aire exterior mediante aberturas especiales.

Los Arácnidos tienen en la cabeza ojos simples y lisos, cuyo número varia según las especies.

Estos animales son esencialmente carniceros y destruyen considerable cantidad de insectos. Sus antenas están transformadas en ganchillos venenosos, cortos y potentes, denominados *quelíceros*

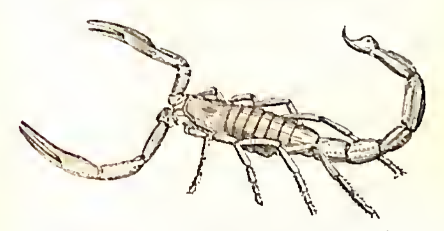
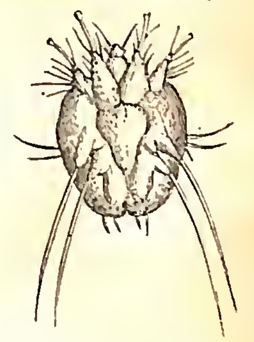


Fig. 186. — *Escorpión; tamaño natural, pudiendo llegar hasta* 0m,10.



g. 187. — *Ácaro ó Sarcoptes de la sarna; muy agrandado.*

Tienen la boca guarnecida de un solo par de mandíbulas y lleva dos palpos maxilares para mejor sujetar al insecto, cuya sangre chupan.

Gran número de arácnidos segregan un líquido viscoso, el cual, al pasar por las hileras situadas en la parte posterior del abdomen, forma, al condensarse con el contacto del aire, el hilo tenue y sólido con que tejen su tela ó hacen el capullo destinado á proteger sus huevos. Los largos hilos blancos y sedosos, llamados *hilos de la Virgen*, que se ven ondular en el aire al fin de estío, son producidos por una araña del género *Tomisa*

La clase de los arácnidos ha sido dividida en diversos órdenes, siendo los principales estos cuatro : 1º los **Aranéidos** ó Arañas propiamente dichas (*fig.* 185); 2º los **Segadores** ó *Falángidos*, llamados así por sus grandes patas, 3º los **Escorpiónidos** (*fig.* 186); 4º los **Acáridos** ó *Pará-*

sitos, entre los cuales se encuentra el *ácaro ó arador de la sarna* (*fig.* 187).

156. Caracteres esenciales de los Insectos. — Puede

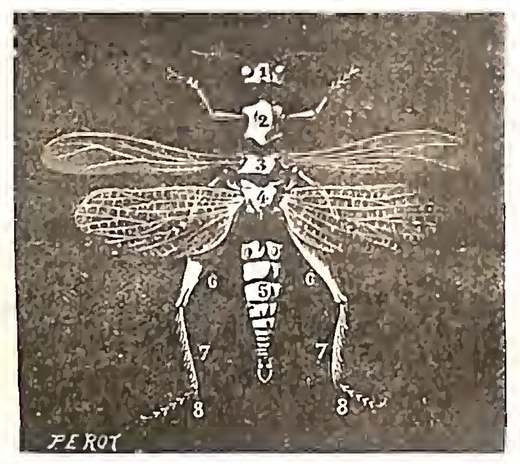


Fig. 188. — *Partes constitutivas del cuerpo de un insecto*

1. Cabeza con la boca, los ojos y las antenas. — 2. *Protodórax* ó primer anillo del tórax con el primer par de patas. — 3. *Mesotórax* ó segundo anillo del tórax con el segundo par de patas y el primer par de alas. — 4. *Metatórax* ó tercer anillo del tórax, con el tercer par de patas y segundo par de alas. — 5. Abdomen. — 6. Cadera y muslo. — 7. Pierna. — 8. Tarso.

definirse el *insecto* diciendo que es un artrópodo provisto de seis patas y tiene respiración aérea.

Se cuerpo está dividido en tres partes : *cabeza*, *tórax* y *abdomen* (*fig.* 188).

1º Cabeza. — La *cabeza*, bien distinta del tórax, lleva las *antenas*, los *ojos* y la *boca*.

Las *antenas*, de forma muy variable según las especies (muy visibles en el Abejorro, en el que terminan por un pequeño penacho) están constituídas por diversas piezas articuladas, generalmente muy finas, y pueden ser consideradas como órganos del tacto y del olfato.

Los *ojos*, que sobresalen á cada lado de la cabeza, son convexos y presentan facetas (*fig.* 189). A cada faceta co-

rresponde un ojo particular de tal suerte que los *ojos compuestos* de los insectos les permiten ver muy de cerca y á larga distancia.

La *boca* es en general muy complicada Está compuesta de un labio superior llamado *labro*, de un labio inferior y, entre los dos labios, de dos *mandíbulas*, especie de ganchos que forman una pinza colocada delante de los *dos quijares* propiamente dichos, que se mueven lateralmente en los insectos trituradores. Por último, entre los quijares y el labio inferior hay pequeños apéndices llamados *palpos* que sirven al insecto para retener la presa.



Fig. 189. — *Ojos compuestos de un insecto.*

1. Ganglio cefálico. — 2-2. Nervio óptico. — 3. Ojo entero — 4. Ojo cortado longitudinalmente.

En los insectos chupadores, que se nutren de alimentos líquidos, la boca se transforma, bien en un chupador provisto interiormente de estiletes agudos, como en la pulga y los mosquitos, ó bien en una pequeña trompa, como en las mariposas.

2º **Tórax.** — El *tórax* está formado de tres piezas ó anillos : la primera, adelante, lleva el primer par de patas; la del medio, el segundo par de patas por debajo y el primer par de alas por arriba; la tercera, el tercer par de patas y el segundo par de alas, el cual puede faltar.

Las *alas*, que por sus rápidos movimientos permiten volar al insecto, son generalmente finas, membranosas, transparentes y rayadas de nervuras. La mayor parte de los insectos tienen cuatro alas; otros, dos; y, por ultimo, otros no tienen ninguna.

3º **Abdomen.** — El *abdomen*, parte la más voluminosa del cuerpo del insecto, que no tiene patas ni alas, está generalmente formada de nueve á diez anillos, encajados unos en otros.

157. Órganos internos. — El *sistema nervioso* es el de los artrópodos en general.

El *tubo digestivo* presenta tres abultamientos sucesivos,

un *papo*, un *buche* y un *ventrículo quilífico*, ó estómago propiamente dicho, precediendo al intestino (*fig.* 190).

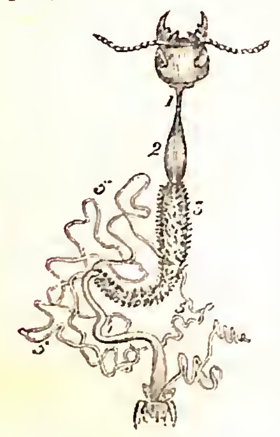


Fig. 190. — *Aparato digestivo de un insecto.*

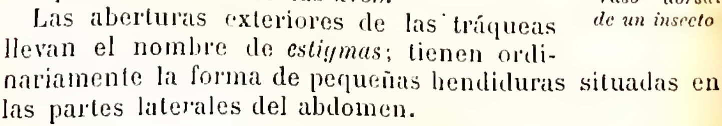
1. Esófago. — 2. Papo, frecuentemente seguido de una segunda dilatación ó buche. — 3. Ventrículo quilífico. — 4. Intestino. — 5. Vasos biliares que hacen veces de hígado.

El *aparato circulatorio* es muy sencillo; se reduce á un vaso dorsal contráctil que pone la sangre en movimiento. Este vaso (*fig.* 191), abierto en sus dos extremidades, está compuesto de ocho receptáculos separados por válvulas que permiten á la sangre circular solamente de atrás adelante. La sangre se derrama, por lo tanto, en *lagunas* comprendidas entre los diversos órganos y vuelve al vaso dorsal por su parte posterior y por aberturas laterales, colocadas atrás de cada segmento y provistas de válvulas que permiten al líquido sanguíneo penetrar en ellas pero no salir. Este es un tipo de circulación lacunaria.



Fig. 191. — *Vaso dorsal de un insecto*

La *respiración* se verifica por medio de *tráqueas*, esto es, de pequeños tubos ramificados, en los cuales circula el aire (*fig.* 192). Cada uno de estos pequeños tubos se compone de dos membranas, entre las cuales se arrolla en espiral un filamento córneo que mantiene la cavidad del vaso. Sucede frecuentemente que varios de estos tubos presentan de trecho en trecho abultamientos ó *sacos aéreos* análogos à los que se observan en las aves.



Las aberturas exteriores de las tráqueas llevan el nombre de *estigmas*; tienen ordinariamente la forma de pequeñas hendiduras situadas en las partes laterales del abdomen.

158. Metamorfosis de los Insectos. — Todos los insectos son ovíparos; pero muy gran número de ellos sufren, antes de llegar al estado adulto, cambios de forma ó *metamorfosis*. Estas metamorfosis son *completas* é *incompletas*.

Tres diferentes estados caracterizan á las metamorfosis completas: *estado de larva, estado de ninfa ó crisálida, y estado de desenvolvimiento perfecto* (*fig.* 193).

La *larva*, al salir del huevo, semeja un gusano; tiene cuerpo blando, compuesto de anillos; sus ojos son simples; su boca, armada de mandíbulas y maxilas, es á propósito para triturar. La larva se agranda, cambia varias veces de piel y puede vivir en esta forma durante largo tiempo, dos y aun tres años, como el abejorro; después se cambia en ninfa ó crisálida.

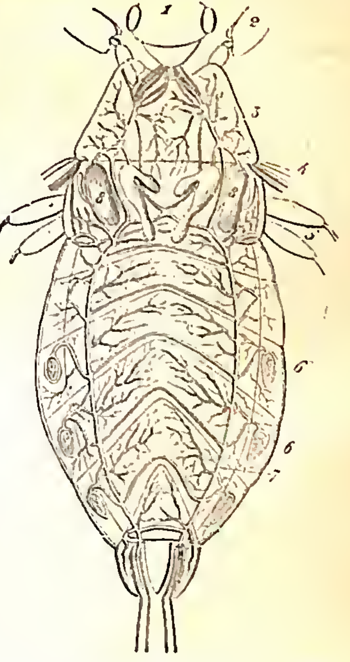


Fig. 192. — *Aparato respiratorio de un insecto, visto con el microscopio.*

1. Cabeza. — 2. Primer par de patas. — 3. Primer anillo del tórax. — 4. Alas. — 5. Segundo y tercer par de patas — 6-6. Estigmas. — 7. Tráqueas. — 8-8. Sacos aéreos.

La *ninfa* permanece en estado de muerte aparente; ni se mueve ni come. Ora está desnuda, semejante á una simiente que no tiene más abrigo que su piel más ó menos endurecida, ora está rodeada de un capullo sedoso: entonces se la denomina *crisálida*. Después de cierto tiempo, siempre igual para cada especie, pero muy variable entre una y otra especie, el insecto, completamente formado, rasga la piel ó la envoltura sedosa de su ninfa ó crisálida, y sale de allí en seguida para comenzar la nueva y última fase de su existencia.

En las metamorfosis incompletas ó semimetamorfosis,

los cambios que experimenta el insecto no consisten frecuentemente más que en el desarrollo de las alas, como

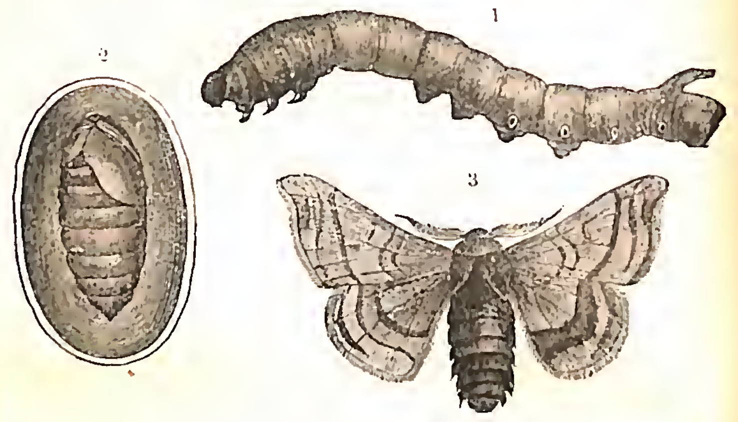


Fig. 193. — *Metamorfosis del gusano de seda.*

1. Gusano de seda en estado de larva. — 2. Gusano de seda en estado de crisálida, envuelta en su capullo. — 3. Gusano de seda en estado de insecto perfecto.

en las langostas, ó solamente en la formación de las patas, como se observa en algunos insectos chupadores no alados.

159. División de los Insectos. — Los insectos se dividen en dos grandes grupos según el número de alas : 1º *insectos de cuatro alas*, **Tetrápteros** ; 2º *insectos de dos alas*, **Dípteros**, los insectos sin alas ó *ápteros* están comprendidos en este segundo grupo.

1er Grupo. — TETRÁPTEROS

Los **Tetrápteros** han sido divididos en seis órdenes, fundados en la conformación de las alas y de la boca :

1º Los **Coleópteros**, de *élitros* ó alas anteriores completamente córneas (por ejemplo : el *abejorro*) ;

2º **Ortópteros**, cuyas alas posteriores están replegadas á manera de abanico siguiendo nervuras rectilíneas (por ejemplo : la *langosta*) ;

3º Los **Hemípteros**, insectos chupadores, algunos de los cuales tienen en parte élitros córneos y membranosos en su extremidad (por ejemplo : el *pentátoma* ó *chinche de los bosques*);

4º Los **Himenópteros**, de cuatro alas membranosas (por ejemplo la *abeja*);

5º Los **Neurópteros**, de cuatro alas membranosas y finamente reticuladas (por ejemplo : la *libélula*);

6º Los **Lepidópteros**, de cuatro alas guarnecidas de finas escamas (por ejemplo : las *mariposas*).

2º Grupo. — DÍPTEROS

El 2º grupo comprende :

1º Los **Dípteros**, insectos de dos alas (por ejemplo : los *mosquitos*);

2º Los **Ápteros**, insectos sin alas (por ejemplo : la *pulga*).

7ª RAMA. — MOLUSCOS

160 Caracteres generales de los Moluscos. — Los *Moluscos* son animales invertebrados, de cuerpo blando, contráctil, no dividido en anillos, lo cual les distingue de las ramas precedentes, los artrópodos y los gusanos.

Generalmente su piel se repliega en si misma y envuelve al animal como si fuera un vestido, por lo que se le da el nombre de *manto*

Algunos moluscos, como la jibia, tienen una concreción calcárea, de forma aplanada, en lo interior del cuerpo, que puede compararse á una concha interna Pero la mayor parte de los moluscos tienen una concha exterior que protege sus delicados tegumentos : unas veces es *univalva*, como la del caracol, y otras *bivalva* como las de la ostra y la almeja.

Los moluscos carecen de miembros articulados; pero algunos, como los pulpos y las jibias, tienen la cabeza rodeada de prolongamientos carnosos llamados *tentáculos*, que sirven á la vez de órganos de locomoción y de aprehensión.

El *tubo digestivo* presenta dos orificios, por lo general muy próximos al intestino, que se repliegan sobre sí mismos.

El *corazón*, compuesto de un solo ventrículo, recibe la sangre arterial no coloreada, del aparato respiratorio y luego la envía á todo el cuerpo por medio de las arterias. El sistema circulatorio es lacunario. La sangre se extiende en las lagunas situadas entre los órganos: después es tomada por el sistema venoso para ser transportada á las branquias ó á los sacos pulmonares, y de aquí vuelve al corazón después de haber experimentado la vivificante influencia del oxígeno del aire.

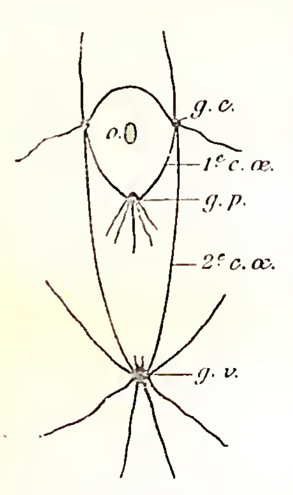


Fig. 191. — *Sistema nervioso de un molusco.*

g.c. Ganglios cerebroideos. — *o.* Esófago. — 1er *c. œ.* Primer collar esofágico — *g.p.* Ganglio pedial. — 2º *c.œ.* Segundo collar esofágico — *g.v.* Ganglio visceral.

La *respiración* se verifica por branquias en los moluscos acuáticos y por sacos pulmonares en los moluscos aéreos, como el caracol.

El *sistema nervioso* (*fig.* 191) presenta un par de ganglios cerebróideos superesofágicos *g. c.*, unidos por dos collares esofágicos 1º *c. œ.* y 2º *c. œ.*, formados de hilos nerviosos, á otros dos pares de ganglios : los ganglios pediales *g. p.* y los ganglios viscerales *g. v.*, fusionado cada par en una sola masa infraesofágica.

Entre los órganos de los sentidos, el tacto es el que parece predominar, como igualmente el de la vista, en los grandes moluscos.

Los moluscos son animales de temperatura variable y ovíparos.

Divídense en cierto número de clases de las que describiremos las tres principales : 1º los Lamelibranquios; 2º los Gasterópodos; y 3º los Cefalópodos.

1º Los **Lamelibranquios**, llamados así por la forma de sus branquias, compuestas de laminitas finamente estriadas que rodean al animal ú ocultas bajo los repliegues del manto, son también denominados *acéfalos*, pues parece que carecen de cabeza. Son moluscos bivalvos, degradados

por su inercia, generalmente fijos á las rocas, y no parecen tener como órganos de los sentidos más que la sensibilidad. Los principales representantes de esta clase son las *Ostras* (*fig*. 195).

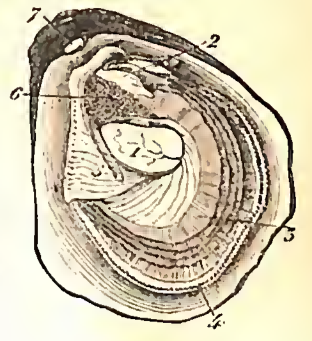


Fig 195 — *Ostra.*

1. Músculo motor de las valvas. — 2. Palpos que rodean la boca. — 3. Branquias. — 4, 5. Manto. — 6. Hígado. — 7. Charnela de las dos valvas de la concha.

2º Los **Gasterópodos** tienen un disco carnoso colocado bajo la cabeza y el tórax, del cual se sirve el animal para nadar ó para arrastrarse. La mayor parte de estos moluscos se hallan alojados en una concha univalva de forma espiral y de color variable. La cabeza, siempre distinta, lleva dos pares de tentáculos retráctiles: los dos superiores sostienen en su extremidad los ojos. El oido está generalmente bien desarrollado y tiene por órganos dos vesiculas auditivas ú *otoquistes*, situadas en la base de la cabeza. Los dos pequeños tentáculos inferiores son órganos del tacto. Las especies terrestres, *Caracol* (*fig*. 196), *Limazas*, respiran por medio de sacos pulmonares, y las especies acuáticas por medio de branquias.

Fig. 196. — *Caracol: tamaño natural.*

3º Los **Cefalópodos** son moluscos de superior organización caracterizados por los ocho ó diez largos brazos, llamados *tentáculos*, provistos de ventosas, que rodean su cabeza. Estos tentáculos son órganos de aprehensión, del tacto y del movimiento. Los *Cefalópodos* son marinos y notables por el gran desarrollo de los ojos y de los otoquistes ú órganos del oido. En gran número de ellos existe también el olfato.

Especies principales. — Los **Pulpos** (*fig.* 197), deformes bestias que abundan en nuestro litoral, de cuerpo globuloso, de grandes ojos fijos y amenazadores, de cabeza rodeada de ocho poderosos tentáculos carnosos, de boca armada de un pico de loro para romper los caparazones de los crustáceos de que se alimentan, segregan un liquido negruzco

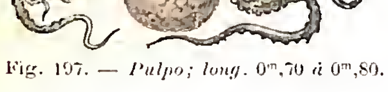



Fig. 197. — *Pulpo; long.* 0m,70 á 0m,80.

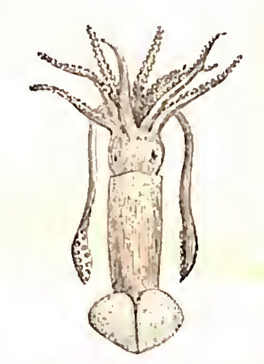


Fig. 198. — *Calamar; de* 0m,20 á 0m,30 *de largo.*

que enturbia el agua y les oculta cuando se sienten amenazados de algún daño. La piel de los cefalópodos, como la de los camaleones, es susceptible de cambiar súbitamente de color y de tomar el del medio en que se encuentra el animal, lo cual les permite disimular fácilmente su existencia en tal lugar, y les proporciona un excelente recurso de ataque y de defensa; — las Jibias, de diez tentáculos, dos de los cuales, más largos que los otros, llamados *brazos pescadores*, tienen bajo la parte superior del dorso una especie de concha interior, el *hueso de jibia*, y bajo el vientre una bolsa de tinta, de donde proviene el color negruzco conocido con el nombre de *sepia*; — los *Calamares* (*fig.* 198), análogos á las Jibias, pero cuyo hueso interior se reduce á una delgada lámina transparente que lleva una nervura media; — los *Argonautas*, moluscos de los mares cálidos, alojados en una concha cóncava que les sirve de barquilla para flotar sobre las aguas y de la cual pueden salir á su antojo. Los dos tentáculos anteriores,

que se van ensanchando á manera de membranas, hacen el oficio de velas.

Lo importante que se nota en la organización de los Cefalópodos es la presencia de una pieza cartilaginosa que encierra los dos ganglios cerebróideos condensados en una sola masa, la cual puede considerarse como el bosquejo ó iniciación del cerebro de los vertebrados. Esta pieza, llena de orificios que sirven de paso á los nervios, representa en cierto modo un cráneo y forma como el primer vestigio del esqueleto de los animales vertebrados. Por esta razón había colocado Cuvier á los Cefalópodos inmediatamente después de los peces.

Se ve, en efecto, que por sus ganglios cerebróideos condensados en un rudimentario cerebro, por sus órganos de los sentidos bien desarrollados y por su cráneo cartilaginoso merecían preceder inmediatamente á los Vertebrados en una nomenclatura zoológica ascendente.

RESUMEN

I. Los Protozoarios son seres unicelulares, microscópicos, sin bien distinta organización interior Divídeseles en *Protozoarios sin envoltura* y en *Protozoarios con envoltura.*

Los Protozoarios sin envoltura membranosa ó Rizópodos, con ó sin concha calcárea ó silícea, proyectan y retiran incesantemente expansiones filamentosas (*Amibas, Foraminíferos, Radiolarios*)

Los Protozoarios con envoltura ó Infusorios comprenden: 1° los *Infusorios ciliados*, cuya membrana de envoltura está cubierta de pestañas vibrátiles y locomotoras (*Vorticelas* y *Paramecias*); 2° los *Infusorios flagelados* que, desprovistos de pestañas, presentan uno ó diversos prolongamientos filiformes llamados *Flagellum*, y les sirven de órganos de locomoción (*Noctilucas*).

II Los Espongiarios son animales constituidos por una pequeña reunión de protoplasma en forma de urna, cuya abertura grande se llama *Osculo*, y presentan en su superficie numerosísimos poros. El agua de mar, penetrando por estos poros, circula por finos canalillos guarnecidos de collaretes de pestañas vibrátiles, llega á la cavidad de la urna y sale por el ósculo. Las urnas están sostenidas por agujas ó *espículas* calcáreas ó silíceas que estas variedades de esponjas segregan ó por *fibras córneas* en las esponjas de uso doméstico.

III. Los Celentéreos, de simetría radiada y cuyo tegumento encierra las células urticantes, están esencialmente caracterizados por su canal digestivo, que no tiene más que una sola abertura, sin pared distinta, y formado á manera de bolsa en la masa misma del animal. Son de dos clases : *Celentéreos fijos* ó *Pólipos* (Hidras de agua dulce, Coral) y *Celentéreos libres* (Medusas y Sifonóforos).

Los Celentéreos se reproducen por huevos ó por gemación, pudiendo así constituir colonias. Presentan generalmente el fenómeno de generación alternativa . los pólipos producen medusas, y las medusas pólipos.

IV. Los Equinodermos, de simetría radiada, provistos de canal digestivo con pared propia y dos aberturas, ofrecen un sistema nervioso radiado y son animales marinos cuya piel, generalmente dura y calcárea, está guarnecida de puntas ó espinas articuladas y movibles. Constituyen tres clases principales : *Holoturias*, *Asterias* y *Erizos*, que se mueven por medio de ambulacros.

V. Los Gusanos, de simetría bilateral, tienen cuerpo blando, formado por una serie de anillos yuxtapuestos longitudinalmente y desprovistos de miembros articulados. La respiración es branquial o cutánea. La sangre circula por un sistema de vasos contráctiles, uno dorsal y otro ventral, unidos en cada anillo por dos asas vasculares que rodean el intestino y forman un aparato circulatorio cerrado. El sistema nervioso, muy distinto, está constituido por una ganglionar cadena ventral, situada debajo del tubo digestivo y reunida por un collar esofágico simple de dos ganglios cerebróideos colocados en la cabeza, encima del esófago.

Divídense en gusanos *Anélidos* o gusanos libres y en *Helmintos* ó gusanos parásitos, intestinales más comúnmente, cuya organización llega á ser rudimentaria ó degradada por causa del parasitismo.

VI. Los Articulados ó Artrópodos tienen el tegumento lo suficientemente rígido para formar un esqueleto exterior. Su cuerpo está compuesto de anillos superficialmente encajados unos en otros, pero cuyas divisiones no penetran en lo interior del cuerpo, como en los gusanos. Sus patas están constituidas por piezas articuladas y á propósito, según su destino, para la aprehensión y la locomoción. El sistema circulatorio es lacunario, y un vaso dorsal segmentado hace funciones de corazón. El sistema nervioso es análogo al de los gusanos. La respiración es traqueal ó branquial.

Divídense los Articulados en cuatro clases . los *Crustáceos*, acuáticos; los *Miriápodos*, de numerosas patas, los *Arácnidos*, con cuatro pares de patas, y los Insectos, que sólo tienen tres pares de patas, y cuyas más numerosas especies son aladas.

VII. Los Moluscos son animales de cuerpo blando, no presentando ni huesos ni anillos. Su piel es flexible ó contráctil-desnuda ó recubierta con una concha de dos valvas. El sistema circulatorio es lacunario, y el corazon, compuesto de un solo ventrículo, está colocado en el trayecto de la sangre arterial, generalmente incolora. La respiracion es branquial en las especies acuáticas, y pulmonar en las especies terrestres.

El sistema nervioso ofrece tres pares de ganglios: dos cerebroideos muy desarrollados, unidos á los ganglios pedales y abdominales por un doble collar esofágico. Los órganos de los sentidos están bien desarrollados, salvo en los Lamelibranquios.

Divídense en tres clases principales: los *Lamelibranquios*, de concha bivalva, llamados así por sus branquias dispuestas en forma de láminas finamente estriadas, y cuya cabeza es muy poco distinta (Ostras, Almejas); los *Gasterópodos*, de concha univalva ó sin concha, denominados de esta manera porque se arrastran, sirviéndose, para moverse, de la placa en forma de pie colocada debajo del tórax, y los *Cefalópodos*, que tienen la boca rodeada de ocho ó diez tentáculos provistos de ventosas. El gran desarrollo de los ganglios cerebroideos, reunidos en un solo cerebro rudimentario encerrado en una especie de cráneo cartilaginoso, y el desarrollo de los órganos de los sentidos, en estos últimos moluscos, les acercan á los vertebrados.

CAPÍTULO XVI

ANATOMÍA COMPARADA. LOS VERTEBRADOS

161. Caracteres generales de los Vertebrados. — Todos los animales vertebrados tienen un esqueleto interior representado, á lo menos, por la columna vertebral. Así la rana no tiene costillas, y la serpiente carece de miembros. El esqueleto de los Vertebrados puede considerarse teóricamente como formado por anillos yuxtapuestos, segmentación que tiene cierta analogía con la de los Gusanos y la de los Articulados. Recordaremos que un anillo está compuesto del cuerpo de una vértebra, como eje, presentando: arriba, un *anillo neural*, para alojar la médula espinal, y, abajo, un *anillo hemal*, formado por un

par de costillas y el esternón para los vasos y las vísceras (*fig*. 77).

El cuerpo, sostenido por cuatro miembros, está dividido en dos partes simétricas por un plano vertical que pasa por la columna vertebral, siguiendo su longitud.

El aparato respiratorio está formado por un cerrado sistema de vasos, y la sangre es puesta en movimiento por el corazón. La sangre de los Vertebrados contiene glóbulos rojos que la colorean, mientras que la sangre de los Invertebrados debe su tinte especial á una materia colorante No contiene, en efecto, más que glóbulos blancos, dotados de movimientos amibóideos, razón por la cual es comúnmente incolora. Si su sangre es roja, como en los Anélidos, débese su coloración á una disolución de hemoglobina en el protoplasma ; si es azul al contacto del aire, como en los Moluscos y los Crustáceos, es porque contiene *hemocianina*, substancia que contiene cobre, el cual queda azulado al contacto del aire, en vez del hierro de la hemoglobina

Los centros nerviosos (encéfalo y médula espinal) se hallan situados encima del tubo digestivo, en vez de formar por debajo una doble cadena ganglionar, como la hemos visto en los Invertebrados. Por último, la respiración es pulmonar ó branquial, según que el animal es terreste, volátil ó acuático

162. División de los Vertebrados — La rama de los Vertebrados divídese en cinco clases :

1° Los **Peces**.
2° Los **Batracios**.
3° Los **Reptiles**.
4° Las **Aves**.
5° Los **Mamíferos**

1° PECES

163. Organización de los Peces. Esqueleto y Aletas. — Los *Peces* son animales vertebrados, de temperatura variable, ovíparos, que respiran siempre por branquias; sus miembros están transformados en aletas, y su cuerpo está envuelto en una piel fina y escamosa.

El esqueleto de los Peces (*fig*. 199) presenta dos modificaciones esenciales : ó bien las piezas de que constan

son duras, calcáreas y constituyen verdaderos huesos, ó por el contrario, son blandas, flexibles, semitransparentes y semejan cartílagos. De aquí la división en **Peces óseos** y **Peces cartilaginosos.**

En los peces óseos las vértebras de la columna vertebral

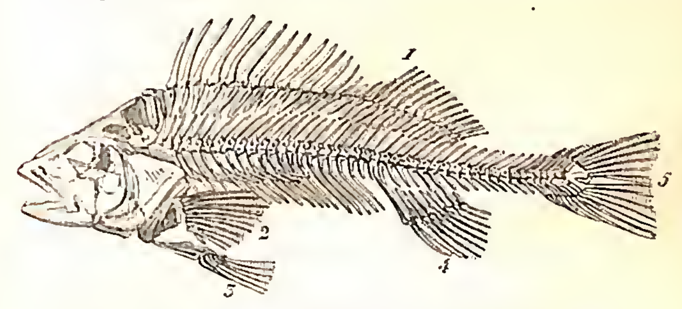


Fig 199. — *Esqueleto de pez (perca).*
1. Aleta dorsal. — 2. Aleta pectoral. — 3. Aleta abdominal. — 4. Aleta anal. — 5. Aleta caudal.

son distintas unas de otras y *bicóncavas*, esto es, ahondadas por delante y por detrás constituyendo una cavidad cónica llena de una substancia blanda y blanquecina que sirve para unirlas y que es vestigio de la *cuerda dorsal embrionaria.*

Cada vértebra lleva, arriba, un anillo neural completo, que encierra la médula espinal, y, abajo, otro anillo hemal incompleto, destinado á contener los vasos y las vísceras. Este anillo es abierto por delante, á causa de la ausencia de esternón, y cerrado por la parte posterior del cuerpo.

En los peces cartilaginosos, las vértebras, soldadas entre sí, forman una especie de tubo continuo, que es como remembranza de la cuerda dorsal del embrión, en el cual se encuentra alojada la médula espinal y presenta á cada lado aberturas para el paso de los nervios. Las costillas, finas y delgadas, son libres, llegando á ser flotantes en la parte delantera por la falta de esternón; son las que, en los peces óseos, constituyen lo que vulgarmente se llama las espinas.

Los miembros, como hemos dicho, se han transformado en aletas. Las dos que representan los miembros delanteros, se llaman *aletas pectorales*, y las que reemplazan á los miembros posteriores, se designan con el nombre de

aletas abdominales. Muy frecuentemente las aletas abdominales, en lugar de estar situadas en la parte posterior del cuerpo, se hallan colocadas adelante, es decir, muy cerca y á continuación de las pectorales. Independientemente de estas cuatro aletas principales, existen en ciertos peces otras dos aletas, situada la una en la parte media del dorso, y colocada la otra detrás del ano, llamadas respectivamente *dorsal* y *anal*. Finalmente, en todos los peces constituye la cola una postrer aleta denominada *caudal*, de vertical dirección. Los radios que sostienen la aleta dorsal no se articulan, como podría suponerse, con las apófisis espinosas de las vértebras; están sostenidos (*fig.* 199) por una serie de huesos *inter-espinosos*, que se apoyan en la columna vertebral.

Respiración. — La *respiración* de los peces es siempre branquial. Las *branquias* (*fig.* 200) son por lo común finísimas láminas membranosas de color rojizo, adosadas unas á otras como los dientes de un peine; á veces, muy raramente, tienen la forma de pequeños plumeros redondeados.

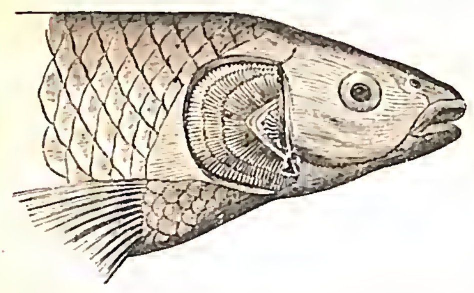


Fig. 200. — *Cabeza de carpa, de la que se ha quitado el opérculo para poner al descubierto las branquias.*

Las láminas branquiales, compuestas de tales laminillas, en número de cuatro pares por cada lado, están contenidas en dos cavidades llamadas *cámaras branquiales*, situadas detrás de la cabeza y sostenidas por cuatro arcos óseos ó cartilaginosos, denominados *arcos branquiales*.

Cada arco branquial lleva, por lo tanto, una doble fila de laminillas (*fig.* 201). Por cada laminilla cruzan un filete arterial, que conduce la sangre negra, y otro filete nervioso que recibe la sangre vivificada por el aire disuelto en el agua. La vena y la arteria se reunen en una red capilar extremadamente fina.

Un *opérculo*, igualmente óseo ó cartilaginoso, las cubre

casi por completo. Las dos grandes hendiduras situadas detrás de los opérculos, llevan el nombre de *agallas*, y se comunican con la boca. El pez sorbe continuamente agua y la vierte por las agallas, mediante movimientos alternativos del opérculo que funciona á manera de válvula. El agua atraviesa las branquias y transforma entonces, por medio del aire que ella tiene en disolución, la sangre venosa en arterial.

Consérvase bastante tiempo vivo un pez, manteniendo frescas sus agallas en hierba húmeda. La anguila puede guardar bastante agua en sus cámaras branquiales para salir de un rio y andar largos trayectos por las orillas.

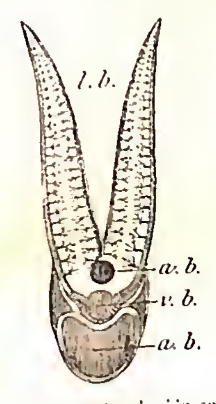


Fig 201. — *Circulación en un par de laminillas branquiales*

l. b Par de laminillas branquiales. — *a. b.* Arteria branquial. — *v. b.* Vena branquial. — *a b.* Arco branquial.

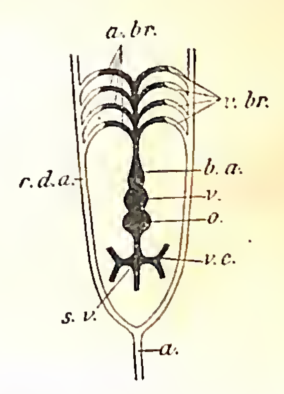


Fig. 202. — *Aparato circulatorio de los peces.*

a. br. Arcos aórticos ó branquiales. — *v. br.* Venas branquiales. — *r. d. a.* Raices de la aorta. — *a.* Aorta. — *s. v.* Sinus venoso. — *v. c.* Vena cava. — *o.* Auricula. — *v.* Ventriculo. — *b. a.* Bulbo arterial.

Circulación. — El *corazón* de los peces, situado al nivel del cuello, no tiene más que una sola aurícula detrás y un solo ventrículo adelante, provisto de un abultamiento denominato *bulbo arterial* (*fig.* 202). Al contrario del corazón de sangre vivificada de los moluscos, hállase situado en el trayecto de la sangre venosa. La sangre que afluye de todas las partes del cuerpo, llega á la única aurícula

por una ancha vena denominada *sinus*, formada por dos troncos principales que representan las venas cavas, de allí pasa esta sangre venosa al ventrículo, el cual, al contraerse, la impulsa á las branquias por el bulbo y una arteria llamada *arteria branquial*.

La arteria branquial se subdivide en cuatro pares de vasos, llamados *arcos aórticos*, que distribuyen la sangre á las láminas branquiales, de las cuales es tomada, después de convertida en sangre arterial, por cuatro pares de *venas branquiales* que la conducen directamente, sin pasar por el corazón, á una gruesa arteria, que representa á la aorta, la cual la distribuye por todo el cuerpo.

Se ve, según esta disposición, que los peces no tienen verdaderamente más que un *corazón derecho*, lo cual les distingue de los demás vertebrados, en los que la sangre arterial vuelve al corazón después de haber atravesado el aparato respiratorio.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos. — El sistema nervioso y los órganos de los sentidos están poco desarrollados en los peces.

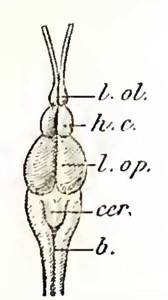


Fig. 203. — *Encéfalo de los peces*

l. ol. Lóbulos olfatorios. — *h. c.* Hemiferios cerebrales. — *l. op.* — Lóbulos ópticos. — *cer.* Cerebelo. — *b.* Bulbo.

La parte dominante del cerebro está constituída por los lóbulos ópticos (*fig.* 203); los hemisferios cerebrales, sin circunvoluciones, son más pequeños El aparato eléctrico del Torpedo está situado encima del bulbo.

El aparato auditivo no se compone más que de oído interno, el cual carece aún de caracol. Los ojos, desprovistos de párpados, tienen la córnea transparente aplanada y globuloso el cristalino. Las fosas nasales se reducen á dos cavidades poco profundas que no se abren en la parte posterior de la boca como en los vertebrados de respiración pulmonar. La lengua, casi inmóvil y por lo general muy dura, no puede ser más que un imperfecto órgano gustativo. Por último, la piel está ordinariamento cubierta de escamas brillantes imbricadas como las tejas de un

tejado y encajadas en la dermis, disposición que debe disminuir notablemente la sensibilidad táctil.

Aparato digestivo. — Casi todos los peces son carnívoros y se devoran mutuamente. Algunos se alimentan sólo de gusanos, de moluscos ó de materias vegetales. Sus mandíbulas, así como la bóveda del paladar, están armadas de dientes cuyo número y fuerza varian según las especies. Estos dientes no tienen raices, están simplemente soldados con el hueso que los sustenta. El canal digestivo se constituye de esófago ancho y muy corto, continuándose con el estómago sin línea de demarcación bien trazada, y el intestino es corto por regla general. Los peces no tienen glándulas salivales: pero todos están provistos de páncreas é higado voluminoso, blando y muy rico en materias grasas ó aceitosas.

164. Vejiga natatoria. — La mayor parte de los peces se hallan provistos de una *vejiga natatoria* (*fig.* 204), especie de bolsa membranosa llena de aire y situada en la parte superior del abdomen sobre el tubo digestivo. Por lo común está en comunicación con el esófago, pero en algunas especies se separa de él completamente. Bajo el aspecto fisiológico, la vejiga natatoria es un aparato hidrostático, el cual, al disminuir el peso específico del animal, le permite, ya mantenerse en equilibrio en el agua, ya subir ó bajar por ella á voluntad, según que, por el juego de las costillas, dilata ó comprime dicha vejiga.

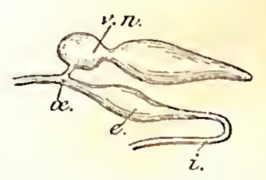


Fig. 204. — *Vejiga natatoria de los peces.*

v. n. Vejiga natatoria. — œ. Esófago. — e. Estómago. — i. Intestino.

En los *Dipneustas* puede la vejiga natatoria transformarse en un verdadero pulmón que permite á tales peces acomodarse á la vida aérea cuando la sequia ha desecado las charcas donde viven.

165. Esbozo de los Vertebrados — Hemos visto que la primera traza del sistema nervioso en el embrión de los vertebrados es la *ranura dorsal primitiva* (p. 163), la cual se-

transforma bien pronto, por la aproximación de sus bordes, en *canal medular* cerrado por sus dos cabos, y cuya extremidad anterior se abulta convirtiéndose en una vejiga cerebral primitiva. Debajo de esta naciente médula espinal aparece luego un cordón, gelatinoso al principio y fibroso y elástico después, llamado *cordón dorsal*, rodeado de una vaina que asimismo envuelve á la médula, salvo los puntos de emergencia de los nervios. La cuerda dorsal se incrusta de núcleos cartilaginosos separados, de donde parten prolongaciones para constituir el arco neural, por arriba, y el arco hemal por abajo. Estas vértebras, al principio cartilaginosas, pasarán en seguida al estado óseo.

La existencia de una *cuerda dorsal* y, más tarde, su segmentación en vértebras cartilaginosas y después óseas, es pues la característica del desarrollo del embrión de los vertebrados. Por lo tanto, estos estados transitorios de la cuerda dorsal se van á encontrar, en estado definitivo ó temporal, en ciertos animales que merecen, por esta razón, ser asimilados á los vertebrados.

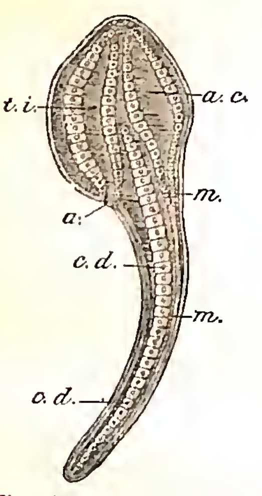


Fig. 205. — *Larva de ascidia.*
a. c. Ampolla cerebral. — *t. i.* Tubo intestinal. — *a.* Ano. — *m.* Medula espinal. — *c. d.* Cuerda dorsal cartilaginosa.

Si no se tiene presente más que la segmentación, los vertebrados pueden asimilarse á los gusanos (Anélidos), que, lo mismo que los vertebrados, tienen un sistema circulatorio cerrado

Larva de las Ascidias. — La larva de las *Ascidias* — animalitos marinos inferiores, formados de una especie de estuche quitinoso ó calcáreo, en forma de túnica, razón por la cual fueron incluídos por Milne-Edwards en la clase de los *Tunicados*, — es libre. Presenta (*fig.* 205) el aspecto general de un renacuajo. La parte anterior, más gruesa, ofrece dos aberturas : la una para la entrada del agua y partículas alimenticias, y la otra para la salida del agua y de las materias excrementicias.

Esta especie de saco anterior contiene las branquias y el tubo digestivo. Pero, en la cola de la larva existe una *cuerda dorsal*, de consistencia cartilaginosa, situada debajo del canal medular, el cual comienza por aparecer bajo la forma de ranura dorsal primitiva, análoga á la de los vertebrados. Después, cuando el animal se fija y llega á ser inmóvil, la cola y la cuerda dorsal desaparecen, y no queda más que una especie de saco con dos aberturas, portador de branquias, un tubo digestivo y de un ganglio nervioso y fijo por un pedúnculo más ó menos largo. Se ve, por lo tanto, que la larva de la ascidia presenta caracteres comunes con el embrión de los vertebrados.

ANFIOXO. — El *Anfioxo* es el primer esbozo de los vertebrados. Este pez, de forma aplanada, vive en las arenas del

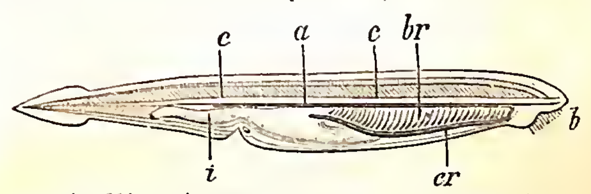


Fig 206. — *Anfioxus lanceolatus; tamaño natural.*
a. Arteria aorta — *b.* Boca. — *br.* Branquias. — *c. c.* Cuerda dorsal. — *cr.* Corazón. — *i.* Intestino.

Mediterráneo y del Mar del Norte y tiene cinco centímetros de longitud; carece de extremidades ó aletas y no tiene más que una aleta caudal en forma de hierro de lanza (*fig.* 206). Su esqueleto está representado por una *cuerda dorsal* gelatinosa que se extiende de una á otra extremidad del cuerpo y está situada entre el canal medular, al que se halla ligada por una vaina celulosa, y el intestino. La médula no presenta abultamiento cefálico; por lo tanto, el Anfioxo es un tipo *acéfalo*. La sangre es incolora, y el corazón está sustituido por vasos contráctiles.

LAMPREA. — Si examinamos ahora un pez de la clase de *ciclóstomos*, la *gran Lamprea* (*fig.* 207), veremos el raquis reducido á una cuerda dorsal fibrosa que envuelve la médula en una vaina dependiente de ella. Finalmente, en el esturión, el tiburón y la raya las vértebras y el esqueleto entero persisten en el estado cartilaginoso.

Se ve, pues, que el raquis de las vértebras, durante los diferentes períodos de su desarrollo hasta el estado óseo,



Fig. 207. — *Gran lamprea.*

pasa por estados sucesivos y transitorios que se les encuentra, como permanentes y definitivos, en diferentes seres de organización inferior pertenecientes á la misma rama.

166. Seres de transición entre los Peces y los Batracios. — Este grupo, reducidísimo, ofrece muy grande interés zoológico por razón de que establece claramente el paso de los Peces propiamente dichos á los Batracios. Como estos últimos, los *Dipneustas* (de δὶς, dos, y πνοή, respiración) tienen dos modos de respiración. Viven en los pantanos ó en las corrientes de agua que se secan en el estío, y respiran como los peces ordinarios, esto es, por branquias, durante la época de lluvias; pero cuando viene la sequía y llega á faltarles el agua, se entierran en el fango y continúan viviendo respirando por pulmones, los cuales no son otra cosa que su vejiga natatoria adaptada á la respiración aérea.

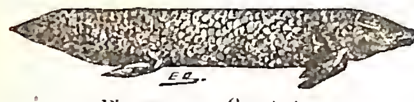


Fig. 208. — *Ceratodus.*

Las especies principales son : la *Lepidosirena* del Brasil, el *Protóptero* del África, y el *Ceratodus* de Australia, los cuales llegan á alcanzar dos metros de longitud, y cuya carne es muy delicada (*fig.* 208).

167. Clasificación de los Peces. — La clase de los peces divídese actualmente en cinco órdenes :

1° Los **Ciclóstomos**, sin aletas pares, de esqueleto reducido á una simple cuerda dorsal fibróidea, y cuya boca forma una especie de ventosa circular armada de dientes (la *gran Lamprea* marina y la *pequeña Lamprea* de río) ;

2° Los **Selacios**, de esqueleto enteramente cartilaginoso, de piel desnuda ó sembrada de concreciones calcáreas; presentan cinco pares de cámaras branquiales, y tienen la

boca, en forma de hendidura transversal, colocada en la faz inferior de la cabeza (las *Rayas*, los *Escualos*);

3º Los **Ganóideos**, peces de esqueleto cartilaginoso; sus branquias están protegidas por un opérculo, y su cuerpo está cubierto de escamas (*Esturión*);

4º Los **Teleosteanos**, peces de esqueleto óseo (*Bacalao, Lenguado, Carpa, Salmón*, etc.);

5º Los **Dipneustas**, de respiración, ya branquial, ya pulmonar; seres de transición (*Ceratodus*).

2º BATRACIOS

168. Caracteres generales. — Los *Batracios*, seres intermedios entre los Peces y los Reptiles, son animales de temperatura variable, de piel desnuda, con cuatro extremidades que terminan en dedos desprovistos de uñas. No tienen ni esternón ni costillas; éstas están reemplazadas por las apófisis transversales muy desarrolladas. Los dos pares de extremidades están unidas al cuerpo por cinturas torácica y abdominal.

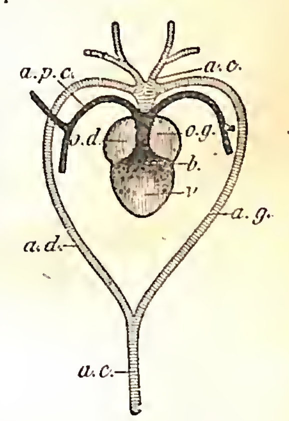


Fig. 209. — *Circulación de los Batracios.*

o. d. Aurícula derecha. — *o. g.* Aurícula izquierda. — *v.* Ventrículo. — *b.* Bulbo aórtico de donde nacen tres troncos arteriales: *a. c.* las arterias carótidas; *a. d.* y *a. g.* las aortas derecha é izquierda; *a. p. c.* las arterias pulmo-cutáneas. — *a. c.* Aorta común.

Su corazón, mientras respira por las branquias, se halla en el trayecto de la sangre venosa y presenta como el de los peces una aurícula, un ventrículo y un bulbo aórtico. Pero cuando su respiración se convierte en pulmonar, el corazón se modifica y presenta dos aurículas y un ventrículo como el de los reptiles. Del ventrículo parte un bulbo aórtico de donde nacen tres pares de arterias (*fig.* 209): 1º las arterias carótidas, que van á parar á la cabeza; 2º las cayadas aórticas se reunen, después de un trayecto bastante corto, en una aorta común; 3º las arterias pulmo-cutáneas, que contienen sobre todo sangre

venosa y la conducen á los pulmones y á la red cutánea donde experimenta la influencia del aire. Las otras arterias encierran más bien sangre roja ó arterial, mezclada con cierta cantidad de sangre venosa.

La respiración de los batracios adultos se verifica por dos pulmones de anchas células, y la aspiración se realiza por movimientos de deglución. La respiración cutánea es igualmente activa en estos animales, en tanto que su desnuda piel se mantenga húmeda. Así, una rana, á la cual se la ha despojado de los pulmones, puede todavía continuar viviendo muchísimo tiempo.

En los renacuajos se desarrollan los pulmones á expensas de la pared anterior del esófago.

169. Metamorfosis. — Vamos á estudiarlas en la *Rana*.

Las Ranas adultas ponen en el agua considerable número de huevos que, en las orillas de las charcas, forman masas gelatinosas detenidas en medio de las hierbas acuáticas.

Estos huevos llevan una pequeña mancha negra, ó

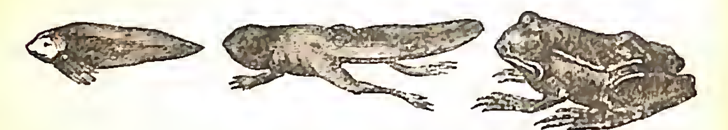


Fig. 210. — *Metamorfosis de la rana.*

germen, el cual, al desarrollarse, absorbe toda la substancia del huevo, cuyo volumen aumenta mucho. Por último, al cabo de algunos días, cuando el calor es suficiente, se ve salir una especie de pececito que inmediatamente se pone á nadar.

Este pequeño ser, llamado *Renacuajo* (*fig.* 210), está formado de una masa anterior ovoidea, desprovista de miembros, que termina en una larga cola comprimida verticalmente en forma de aleta. El Renacuajo, como los peces, vive exclusivamente en el agua; como ellos, respira por medio de branquias, que se perciben, sólo durante los primeros días, bajo la forma de penachos minúsculos á cada lado de la cabeza. Bien pronto la cabeza se agranda; las branquias desaparecen, y se ve entonces señalarse las

extremidades posteriores, y, después de algunos días, las extremidades anteriores, mientras que en el interior del organismo se desarrollan los pulmones. Apenas se hallan éstos en estado de funcionar, la cola se atrofia, se resorbe, desaparece, y el renacuajo se transforma en rana.

Estas metamorfosis, más ó menos completas, se observan en todos los batracios y son características de esta clase.

170. División de los Batracios. — Divídense los Batracios en tres órdenes : 1º los *Anuros*, batracios sin cola y provistos de dos pares de extremidades en el estado adulto (*Ranas, Escuerzos*); 2º los *Uródelos*, que tienen una cola y cuatro pares de extremidades en el estado adulto (*Salamandras, Proteos*), 3º los *Ápodos*, semejantes á las serpientes por su cuerpo sin extremidades (*Cecilias de la India*).

3º REPTILES

171. Caracteres generales. — Los *Reptiles* son animales vertebrados, de temperatura variable. Su piel, más ó menos gruesa, raramente desnuda, está por lo común protegida por láminas de substancia córnea y aun ósea, ó cubierta de tubérculos que á veces semejan escamas de pez, como en las Serpientes. Todos son ovíparos Abandonan sus huevos al calor del sol, y no los empollan como lo hacen las aves. En algunas especies, la Víbora por ejemplo, la cría sale del huevo en el momento mismo de la puesta, por lo cual se ha dado tal nombre á este reptil.

Aparato circular — El *corazón* de los reptiles, excepto el de los Cocodrilos, no se compone más que de tres cavidades, un solo ventrículo y dos aurículas (*fig* 211). La sangre arterial que llega de los pulmones y la sangre venosa que viene de las diversas partes del cuerpo, se confunden por lo tanto en el común ventrículo, de tal suerte que no circula en sus arterias más que una mezcla de sangre venosa y sangre arterial.

Este común ventrículo tiene un imperfecto tabique, primera traza de la separación completa del ventrículo en dos cavidades que se ve en los Cocodrilianos.

Del ventrículo parten: 1° la arteria pulmonar; 2° dos arcos aórticos, uno derecho, que distribuye la sangre á las partes anteriores del cuerpo por medio de las arterias carótidas y subclavias que de él nacen, y otro izquierdo, reservado para la parte abdominal. Estos dos arcos se reunen en la parte inferior en una aorta común. La sangre arterial es conducida á la aurícula izquierda por las venas pulmonares, y la venosa á la aurícula derecha por las venas cavas.

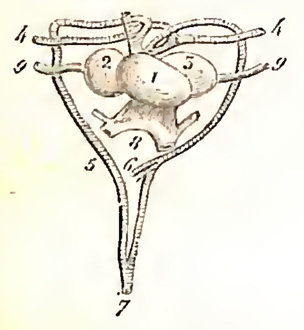


Fig. 211. — *Aparato circulatorio de un reptil (tortuga).*

1. Ventrículo único. — 2. Aurícula derecha — 3. Aurícula izquierda. — 4-4. Arteria pulmonar — 5 y 6 Aorta que se divide en dos ramas al salir del ventrículo. — 7. Confluente de las dos ramas de la aorta. — 8. Venas cavas. — 9-9. Venas pulmonares.

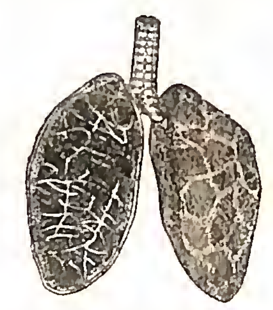


Fig. 212. — *Pulmones de un lagarto.*

Se ve, pues, que la circulación de la sangre es incompleta en los reptiles, como en los peces y en los batracios.

Aparato respiratorio. — Los pulmones (*fig.* 212) no forman, por decirlo así, más que dos grandes bolsas divididas en gran número de células.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos. — Los hemisferios cerebrales, sin circunvoluciones, y el cerebelo están más desarrollados que en los batracios. La glándula pineal es muy visible (*fig.* 213).

Respecto á los órganos de los sentidos, parecen, excepto el de la vista, muy rudimentarios. El oido se reduce á un oído interno y otro oído medio con la trompa de Eustaquio, cuyo tímpano está al ras de la cabeza ú oculto bajo un repliegue de la piel.

Encuéntranse bajo la piel, en la parte más elevada del cráneo de los lagartos, los vestigios atrofiados (cristalino y retina) de un tercer ojo, unido por un nervio á la glándula pineal. *Es el ojo pineal*, ojo impar, embutido entre los huesos parietales, al presente degenerado, pero que ciertamente ha funcionado en los grandes reptiles del período geológico secundario.

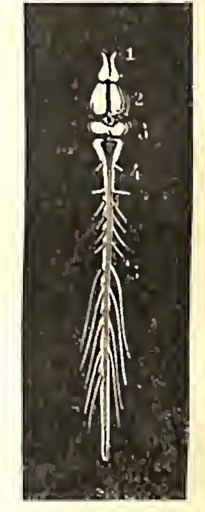


Fig. 213. — *Sistema nervioso de un reptil.*

1. Lóbulos olfatorios. — 2. Hemisferios cerebrales. — 3. Lóbulos ópticos (entre los lóbulos ópticos y los hemisferios se ve la glándula pineal). — 4. Cerebelo y bulbo.

Aparato digestivo. — Casi todos los reptiles son carniceros, y generalmente devoran viva la presa : su boca, muy grande — lo que les permite devorar presas enormes, respecto á su volumen — está armada de dientes puntiagudos, cuya dirección es de adelante atrás, soldados á los maxilares, poco á propósito para la masticación, pero muy propios para aprehender y sujetar á los animales de que se nutren. Las dos ramas del maxilar inferior, unido al cráneo por un hueso especial, el *hueso cuadrado*, solo están soldadas por la parte delantera, lo que les permite abrir mucho más todavía el orificio bucal.

La mayor parte tienen la lengua fina, seca, bífida hacia la punta y muy protráctil. Por último, hay otros, como la víbora, el áspid, el crótalo ó serpiente de cascabel, á los cuales ha provisto la naturaleza de un sutil veneno que hiere de muerte, casi súbita, á los animales que atacan.

Esqueleto. — El número de vértebras y de costillas flotantes es considerable en las serpientes que carecen de extremidades. No tienen esternón las tortugas y las serpientes. Ciertos lagartos sin extremidades aparentes en lo exterior, cuyos vestigios son únicamente visibles en el esqueleto, tales como el *Orveto*, son intermedios entre estos animales y las serpientes

División de los Reptiles. — Divídense los Reptiles en cuatro órdenes :

1° Los **Ofidios.**	3° Los **Saurios.**
2° Los **Quelonios.**	4° Los **Cocodrilianos.**

1° **Ofidios.** — Estos reptiles se distinguen por la ausencia de extremidades, su aparato respiratorio y los dientes venenosos, en forma de ganchos, de ciertas especies.

Tienen dos pulmones, pero uno de ellos permanece constantemente rudimentario, mientras que el otro, muy desarrollado, se ensancha y se prolonga mucho más allá del abdomen (*fig.* 214).

Las serpientes venenosas

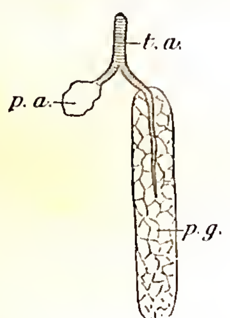


Fig. 214. — *Pulmones de las serpientes.*

t. a. Traquearteria. — *p. a.* Pulmón derecho atrofiado. — *p. g.* Pulmón izquierdo.

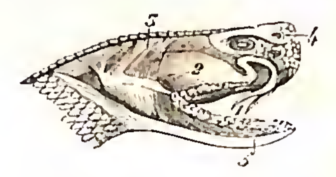


Fig. 215. — *Cabeza de serpiente venenosa (crótalo ó serpiente de cascabel).*

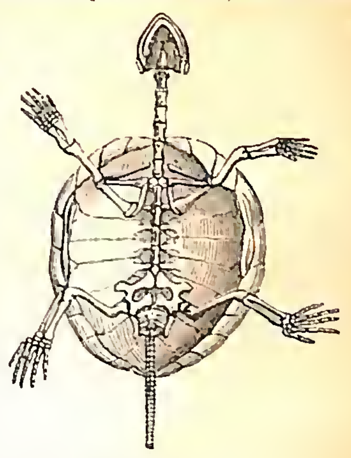
1. Ganchos. — 2. Glándula venenosa. — 3. Musculos elevadores de la quijada. — 4. Nariz. — 5. Glándulas salivales situadas al borde de las quijadas.

están caracterizadas por la presencia de dos agudos dientes ganchudos en la mandíbula superior, que llevan en su base una glándula segregadora de terrible veneno (*fig.* 215).

Estos dientes ganchudos están, según las especies, fijos y surcados exteriormente de una pequeña hendidura para conducir el veneno à la llaga, ó son movibles en su base, con un canal interior que comunica con la glándula, y el animal los endereza en el momento en que quiere morder (*Víboras*, *Crótalos* ó *Serpientes de cascabel*, etc.).

2° **Quelonios** — El esqueleto de estos animales presenta una conformación especial (*fig.* 216). Las vértebras, las

costillas sueltas, la piel incrustada de placas óseas, se sueldan en un conjunto, para formar una sólida coraza que no deja más orificios que para el paso de la cabeza, las extremidades y la cola. La falta del esternón está suplida por piezas óseas de origen dérmico.


Fig. 216. — *Esqueleto de tortuga.*

La epidermis se transforma también en anchas placas de concha que se sobreponen á la capa ósea. La concha, sobre todo la variedad de matiz rojo, es una preciosa substancia rebuscada en la industria de lujo, imitada hoy con el celuloide. La parte superior de esta envoltura, se llama *espaldar*, *peto* la parte inferior, y el conjunto *caparazón*.

Un *pico córneo*, análogo al de las aves, hace veces de dientes en las tortugas.

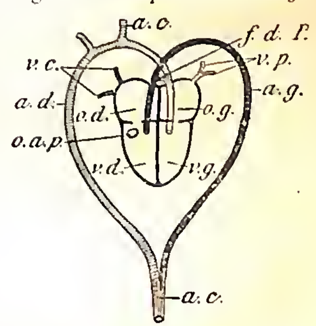


Fig. 217. — *Corazón de los cocodrilianos.*

o.d. Aurícula derecha. — *o.d.* Aurícula izquierda. — *v.d.* Ventrículo derecho. — *v g.* Ventrículo izquierdo. — *a.d.* Aorta derecha. — *a. g.* Aorta izquierda. — *a.c.* Aorta común. — *f d.P.* Foramen de Panizza. — *a. c.* Arterias carótidas. — *v. p.* Venas pulmonares. — *v. c.* Venas cavas. — *o.a.p.* Orificio do la arteria pulmonar.

3° **Saurios.** — Los *Saurios* tienen por tipo el género *Lagarto*. Su talla es pequeña ó mediana; sus dientes están soldados á las mandíbulas, y su corazón tiene tres cavidades. Generalmente llevan en la cabeza placas escamosas denominadas *cefálicas*. Su lengua es bífida y puede alargarse mucho para cazar insectos. Su cuerpo está recubierto de pequeñas placas duras ó falsas escamas, y tienen cuatro extremidades.

4º **Cocodrilianos** — Los Cocodrilianos ó grandes reptiles superiores acuáticos se distinguen de los *Saurios* por sus dientes implantados en alvéolos en lugar de estar soldados, y por su corazón dividido en cuatro cavidades, como el de los mamíferos.

El corazón presenta perfectamente cuatro cavidades; pero, como de cada ventrículo parte una aorta, y estas dos arterias comunicándose al principio, delante del corazón, por un pequeño orificio, el *foramen de Pannizza*, se reunen, después de encorvarse, detrás del corazón (*fig* 217), resulta que las partes anteriores del cuerpo son las que reciben sangre arterial casi pura, y las partes posteriores reciben una mezcla de sangre arterial y sangre venosa.

Se ve que en los Cocodrilianos no es aun enteramente completa la circulación.

4º AVES.

173. Caracteres generales, — La adaptación al vuelo caracteriza sobre todo á las *Aves*, las cuales se acercan á los reptiles por su propiedad ovípara y por otros pormenores de su organización. Son animales de temperatura constante, cuyo cuerpo está cubierto de plumas.

Esqueleto (*fig.* 218). — La soldadura de los huesos del cráneo, generalmente pequeño, es tan perfecta, que no parece verse más que un solo hueso. Los dos maxilares se prolongan hacia adelante en dos láminas córneas llamadas *mandíbulas*, que constituyen el *pico*.

Las vértebras cervicales son por lo común muy numerosas y bastante movibles unas sobre otras para permitir al ave volver completamente la cabeza atrás.

Las vértebras dorsales son casi inmóviles y las lumbares están soldadas unas con otras. Las costillas, articuladas en las vértebras dorsales y unidas unas á otras por eminencias óseas, van á implantarse directamente en el esternón sin cartílagos intercostales, de donde resulta la gran solidez del tórax.

El esternón, muy largo y desarrollado, presenta en su faz anterior una longitudinal cresta ósea, designada con el nombre de *paletilla*. A esta paletilla están ligados los

potentes músculos del pecho destinados á proporcionar movimiento á las alas.

La espalda comprende tres huesos : el *omoplato*, alargado y estrecho, colocado atrás en las costillas; la *clavícula*, que une al omoplato con el esternón y se suelda, por su extremidad inferior, á la del lado opuesto para constituir un solo hueso de forma angular, la *horquilla*; el hueso *coracoides*, corto y sólido, que constituye, atrás de la clavícula, un segundo arbotante que va del omoplato al esternón. La *cintura escapular*, á la cual vienen á articularse las alas, es por lo tanto extremadamente sólida y resistente.

Las extremidades anteriores están representadas por las *alas*. El brazo está formado por un solo hueso, el *húmero*; el antebrazo, por un *radio* y un *cúbito* inmóviles el uno sobre el otro; los huesos de la mano, muy modificados, están dispuestos en *alón*.

Fig 218. — *Esqueleto de ave* (*gallo*).

1. Vértebras cervicales. — 2. Húmero. — 3. Radio. — 4. Cúbito. — 5. Hueso del carpo, del metacarpo y falanges cuya unión constituye el alón. — 6. Clavículas que se reunen inferiormente para formar la horquilla. — 7. Hueso coracoides — 8. Omoplato. — 9. Costillas. — 10. Esternón y Palotilla. — 11. Hueso iliaco — 12 Fémur. — 13. Peroné y Tibia. — 14. Hueso del tarso — 15. Dedos

Las extremidades posteriores comprenden : el hueso *iliaco* para el anca; un *fémur* corto para el muslo; una *tibia* y un *peroné* muy rudimentario para la pierna Un solo hueso, muy largo en las Zancudas y Corredoras, reemplaza al tarso y metatarso de los mamíferos, y termina generalmente por cuatro dedos; el *pulgar atrás y los otros tres adelante*.

La *cintura pelviana* ó *pelvis*, formada por el sacro y los dos huesos ilíacos, está abierta adelante por no reunirse los

pubis. Los huesos de las aves están, por lo común, compuestos de anchas células, en las cuales puede penetrar el aire inspirado. Esta disposición, denominada *pneumática*, les dota de notable ligereza.

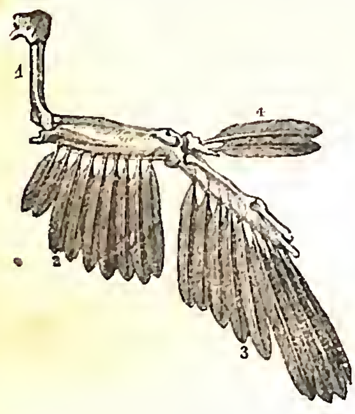


Fig 219. — *Ala de ave.*
1. Húmero. — 2 Pennas del antebrazo. — 3 y 4. Pennas del alón.

Alas. — El antebrazo y el alón están cubiertos de largas plumas, llamadas *pennas remeras*, porque desempeñan el oficio de remos (*fig.* 219). Se sobreponen y se extienden en plano continuado y resistente. De la largura de las pennas más que de la extensión de los huesos que las sostienen, depende la magnitud de las alas y el poderío del vuelo. La cola de las aves está igualmente provista de pequeñas pennas llamadas *timoneras* porque sirven en especial de timón.

Plumas. — Las plumas de las aves corresponden al pelo de los mamíferos. Toda pluma está compuesta de un eje central hueco ó *raquis*, en el que vienen á implantarse oblicuamente las *barbas*, las cuales sostienen las *barbillas*, fuertemente adheridas unas á otras.

Aparte de las remeras y timoneras, son llamadas *tectrices* las otras plumas cuya función es solamente cubrir y protegar la piel. Por último, debajo de éstas, particularmente en las aves de países fríos, se encuentra el *plumón*, que conserva el interior calor del cuerpo.

La coloración del plumaje es muy variado, los matices son, en general, más brillantes cuanto más cálida es la región que habita el ave. Los machos son casi siempre más vistosos que las hembras.

La *muda* ó pérdida de las plumas se verifica en otoño. Muchas especies experimentan, además, una muda primaveral, y ocurre por lo común que el plumaje del estio es diferente del plumaje de invierno.

Aparato digestivo. — La ausencia de dientes en las mandíbulas del pico y el poco desarrollo de las glándulas salivales son causa de que los alimentos lleguen al estómago sin preparación alguna. Allí, pues, deben experimentar á la vez la trituración y la digestión, sobre todo en las aves granívoras. El estómago de las aves se subdivide en tres cavidades :

1º El *buche* (*fig.* 220), dilatación del esófago en forma de bolsa, principalmente desarrollada en las granívoras, colocada al nivel del cuello, donde se acumulan y reblandecen los alimentos;

2º El *ventrículo succenturiado*, otra dilatación fusiforme que ocupa la parte inferior del esófago, donde los alimentos experimentan la acción del jugo gástrico; es, por lo tanto, el estómago propiamente dicho :

3º La *molleja*, bolsa carnosa de gruesa pared, musculosa, contráctil, forrada interiormente de una membrana de gran resistencia, en cuya cavidad encuéntranse con frecuencia pequeños guijos. La molleja es un aparato de trituración respecto á los granos que hayan escapado á la acción del pico. En las aves carnívoras, el estómago, mucho menos compacto y membranoso, se asemeja al de los mamíferos.



Fig. 220. — *Canal digestivo de las aves.*

1. Esófago. — 2. Buche. — 3. Ventrículo succenturiado. — 4. Molleja. — 5. Intestino — 6. Hígado y su vejiga de la bilis. — 7 Páncreas.

El intestino, más corto que el de los mamíferos, desemboca en una ampolla ó *cloaca*, á la cual vienen también á parar los *uréteres* conduciendo una orina espesa, muy cargada de ácido úrico, y los *oviductos*, por los cuales pasan los huevos.

Aparato circulatorio. — El *aparato circulatorio* es ostensiblemente el mismo que el de los mamíferos; pero los glóbulos rojos de la sangre son más voluminosos y elípticos.

La cayada de la aorta se encorva, hacia la derecha en

vez de hacia la izquierda, y los capilares forman una red muy rica, llamada *red admirable*, en la piel del abdomen. La temperatura elevada, debida á esta activa circulación, es sobre todo necesaria durante el periodo de incubación.

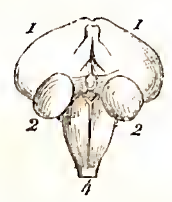
Aparato respiratorio. — Los pulmones de las aves se adhieren á la caja torácica, en lugar de estar allí como suspendidos. Además, ciertas ramificaciones bronquiales les cruzan de parte á parte para ir á desembocar directamente en vastos *sacos aéreos* situados en el pecho y en el abdomen, donde se comunican entre sí como igualmente con cavidades existentes en el espesor de los huesos. Todo ha sido previsto en el ave para aumentar su ligereza.

Estos sacos aéreos son nueve : un *clavicular* medio, dos *cervicales*, cuatro *torácicos* y dos *abdominales*. El diafragma es rudimentario.

La muy activa respiración de las aves tiene por efecto elevar su propio calor de 3 á 4 grados más que el nuestro, calor á cuya conservación contribuye su revestimiento de plumas.

Las aves tienen dos laringes : una en la parte superior de la tráquea, órgano de la modulación de la voz; la otra en la inferior, llamada *siringe*, situada al nivel de la bifurcación de la tráquea, la sola productora de los sonidos.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos. — El



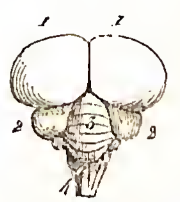


Fig. 221. — *Cerebro de las aves (Faz inferior á la derecha, faz superior á la izquierda.)*

1-1. Hemisferios cerebrales — 2-2. Lóbulos ópticos — 3. Cerebelo — 4-4. Bulbo raquídeo y principio de la médula espinal.

cerebro de las aves (*fig.* 221) es poco voluminoso. La

superficie de los dos hemisferios es completamente lisa, y selcerebelo, rayado transversalmente, no se halla nunca recubierto de lóbulos cerebrales. Los lóbulos ópticos, colocados á cada lado entre el cerebro y el cerebelo, están muy desarrollados.

Los sentidos del tacto, del gusto y del oído aparecen medianos. El oído está desprovisto de pabellón exterior; la lengua, seca, dura y como córnea, parece más bien destinada á coger y tragar los alimentos que á saborearlos.

El sentido más desarrollado en las aves es el de la vista. El ojo es proporcionalmente más grande que el de los mamíferos; está protegido por un tercer párpado delgado y semitransparente, que nace en el ángulo interno de la órbita y se mueve en dirección transversal (*membrana nictitante*). La retina, más gruesa que en los demás animales, ofrece un prolongamiento que avanza en forma de abanico hacia el cristalino, y es designado con el nombre de *peine*. Esta disposición parece tener por objeto aumentar la extensión de la superficie visual.

174. **Huevo.** — El *huevo* (*fig.* 222) está compuesto de tres partes: la *yema*, la *clara ó albúmina* y la *cáscara caliza*. La

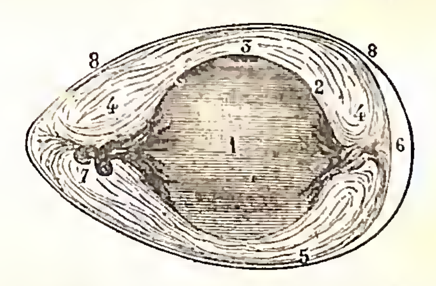


Fig. 222. — *Corte vertical de un huevo de ave.*

1. Yema. — 2. Membrana vitelina. — 3. Cicatrícula ó galladura. — 4-4. Clara ó albúmina. — 5. Fina membrana (corion) que envuelve á la clara. — 6. Cámara aérea. — 7. Chalazas — 8-8. Cáscara.

yema, formada de una materia grasosa, se halla rodeada de una delgadísima membrana, la *membrana vitelina*, debajo de la cual se encuentra un pequeño disco blanquecino, denominado *cicatrícula* : es la parte más impor-

tante del huevo, puesto que por ella comienza á desarrollarse el embrión. La cicatrícula se desenvuelve, toma sucesivamente diferentes formas, absorbe la yema, después la clara, y finalmente aparece un pequeño pollo. Este, con una especie de espolón, que momentáneamente lleva en su mandíbula superior, hiere la cáscara y la rompe.

La clara está compuesta enteramente de albúmina, materia transparente y viscosa que rodea á la yema. Una membrana bastante resistente, el *corion*, que envuelve á la albúmina y está adaptada por completo á la cáscara, se halla formada de dos hojas unidas por todas partes, excepto la más abultada extremidad del huevo, donde se separan para constituir la *cámara aérea*. En el momento de la postura, la yema experimenta en medio de la albúmina un movimiento de torsión, de donde resulta la formación de dos especies de bridas ó ligamentos albuminosos, las *chalazas*.

La cáscara muy porosa debe ser muy permeable al aire para la respiración del polluelo.

Se ha descubierto en la yema del huevo una substancia glicerofosfórea, muy nutritiva y respirable, la *lecitina*.

175. División de la clase de las Aves en órdenes. — La clase de las Aves divídese actualmente en ocho órdenes, según los caracteres que se deducen de la conformación de las patas y del pico, á saber :

1º Las **Corredoras**	Avestruz, Casuario.
2º Las **Zancudas**	Cigüeña, Flamenco.
3º Las **Palmípedas**	Pato, Gaviota.
4º Las **Gallináceas**	Gallo, Pavo.
5º Las **Columbinas**	Paloma, Tórtola.
6º Los **Pájaros**	Gorrión, Golondrina.
7º Las **Trepadoras**	Papagayo, Pico.
8º Las **Rapaces**	Águila, Buitre.

5º MAMÍFEROS

176. Caracteres generales de los Mamíferos. — Los *Mamíferos* son los seres que por su organización se semejan más al hombre. Puede definírseles diciendo que

son animales vertebrados que tienen mamas é hijos vivos, á los que alimentan con su leche al principio de la existencia. Su piel está generalmente cubierta de pelos; su corazón tiene cuatro cavidades; respiran por pulmones; su sangre es roja y su temperatura constante.

El número y posición de las mamas varía en los diversos animales de esta clase. Así, en el hombre, en el mono, en el elefante, en la cabra y el caballo no existen más que dos; cuéntanse cuatro en la vaca, en el ciervo y en el león; ocho en el gato; diez en el conejo; diez ó doce en el ratón, etc. En general, el número de estos órganos está en relación con el de las crías que las madres tienen que sustentar.

Los *Murciélagos*, á pesar de su semejanza con las aves, son verdaderamente mamíferos, porque su cuerpo está cubierto de pelos y no de plumas; sus hijuelos nacen vivos, y ellos los amamantan.

Las *Ballenas*, los *Puercos marinos*, los *Delfines*, semejantes á los peces, son sin embargo mamíferos, pues su respiración aérea les fuerza á subir á la superficie del mar para aspirar aire; sus hijuelos nacen vivos y ellos los amamantan.

Leche. — La *leche* es un líquido alcalino, blanco y opaco, de sabor dulce y agradable, de densidad (1,028 á 1,040) un poco superior á la del agua. Considerada bajo su aspecto químico, la leche se compone de cuatro partes esenciales, que son: 1º una materia grasa, conocida con el nombre de *manteca*, formando una multitud de glóbulos ó vesículas microscópicas mantenidas en suspensión dentro del líquido (*fig.* 223); 2º una materia azoada, denominada *caseum*, que posee una gran tendencia á coagularse, pareciéndose entonces á albúmina concreta; 3º una materia

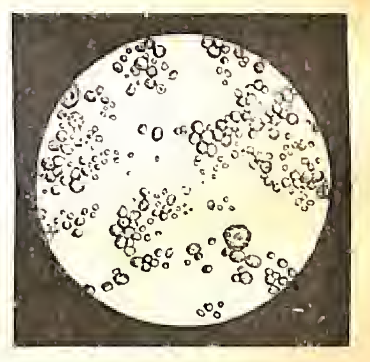


Fig. 223. — *Gota de leche vista con el microscopio*

azucarada ó *azúcar de leche*, la cual puede, por fermentación, convertirse en ácido láctico; 4º materias salinas en disolución, y, particularmente, fosfato de calcio y cloruro de sodio.

Cuando la leche es abandonada á si misma, los glóbulos grasos se elevan, en virtud de su ligereza especifica, à la superficie y allí se reunen formando una capa de *nata* ó *crema* más ó menos espesa. El azúcar de leche, bajo la influencia de los gérmenes del *micoderma láctico* contenidos en el aire, experimenta en seguida una fermentación particular que, poco á poco, la transforma en ácido láctico, lo cual explica por qué la leche se vuelve agria al cabo de cierto tiempo. Este ácido láctico determina casi al instante la coagulación del cáseum, el cual se precipita y se junta en grumos blancos y opacos El liquido que queda después de la separación de la *crema* y la coagulación del cáseum, forma lo que se llama *suero*; es amarillento, limpido ó ligeramente opalino, y está constituido por agua que tiene en disolución las materias salinas, el ácido láctico y el azúcar de leche que todavía no ha sufrido la transformación ácida.

La leche, pues, resume en sí todas las cualidades de un alimento completo El alimento plástico ó azoado está representado por el cáseum, y el alimento respiratorio por la manteca y el azúcar de leche. Encierra además el agua y las sales, de las cuales hay no menos imperiosa necesidad en la alimentación de los animales jóvenes.

La secreción de la leche se verifica á expensas de la sangre en grandes glándulas especiales, llamadas *glándulas mamarias* ó *mamas*. Estas glándulas están constituidas por la reunión de gran número de bolsitas glandulares, tapizadas de un epitelio cilíndrico, que terminan en finos conductos, los cuales, al reunirse, forman diversos canales excretorios.

Piel. — La *piel* de los mamíferos está casi siempre cubierta de pelos que sirven para protegerla y conservar el calor del cuerpo. Estos pelos han recibido diversos nombres, según sus propiedades y la región que ocupan. Ya son *púas*, como en el Puerco-espín y el Erizo, ya *cerdas* como en el *Jabalí* ó bien *crines*, *plumón*, *lana*, etc. Algunos mamiferos, sin embargo, tienen piel desnuda; en algunos

otros, los pelos, extremamente juntos, se sueldan entre sí y forman especies de conchas que cubren al animal, como se observa en los Pangolines, Armadillos (*fig.* 224), etc.

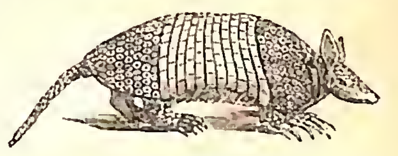
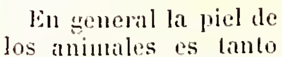


Fig. 224. — *Armadillo.*



En general la piel de los animales es tanto más bella y está más protegida cuanto más frio es el país que habitan.

Miembros; adaptación al medio en que vive el animal. — La conformación de las extremidades en los mamíferos varía necesariamente según que están destinadas á la marcha, al salto, el tacto, á la aprehensión de los cuerpos, al vuelo, á la natación, etc. Son cuatro, excepto en los



Fig. 225. — *Ballena*

cetáceos (Ballenas, Delfines, Puercos marinos, etc.). Estos últimos animales (*fig.* 225), destinados á vivir continuamente en el agua, no tienen más que las extremidades anteriores dispuestas en aletas; la forma de su cuerpo se acerca mucho á la de los peces. Los Anfibios, tales como las Focas y las Morsas, tienen cuatro extremidades adaptadas á la natación

La adaptación de los miembros destinados para la carrera está caracterizada por la diminución del número de dedos y el cambio de la postura plantigrada á la postura digitigrada. De *Unguiculado*, teniendo cinco ó cuatro uñas, el

animal mediante sucesivas modificaciones que estudiaremos en al Paleontologia, pasa al estado de *Ungulado*: de pie bifurcado, de dos dedos, como los Rumiantes (*fig.* 226), de un solo dedo guarnecido de un casco, como el Caballo (*fig.* 227).



Fig. 226. — *Pata de un rumiante.*

Fig. 227 — *Pata anterior ó mano del caballo*

En los animales saltadores, como los Lepóridos, las extremidades posteriores, propias para realizar el salto, están mucho más desarrolladas que las anteriores. Esta disposición es sobre todo notable en los Canguros (*fig.* 228).

Los mamíferos cavadores, como el Topo (*fig.* 229), tienen las patas anteriores destinadas á cavar la tierra, guarnecidas de potentes zarpas, mucho más fuertes que las posteriores.

Por fin, ciertos mamíferos como los Murciélagos, están



Fig. 228. — *Canguro.*

adaptados para el vuelo por medio de una membrana extendida entre los cuatro últimos dedos, considerablemente alargados, de las extremidades anteriores (*fig.* 230). El pulgar conserva su largura normal, pero está armado de una fuerte garfa que sirve al animal para suspenderse y dormir durante el invierno.



Fig. 229. — *Topo.*

La adaptación de la extremidad de los miembros para la aprehensión se halla establecida en el mero hecho de que el pulgar se encuentra en relación opuesta á los otros dedos, como se ve en los Primatos. El hombre es el único bimano, no pudiendo oponerse á los otros dedos el dedo grande del pie.



Fig. 230. — *Murciélago.*

Aparato digestivo; adaptación de la dentición al régimen alimenticio. — Los dientes de los mamíferos superiores, que sirven para machacar, triturar y desgarrar los alimentos, deben necesariamente estar adaptados al régimen alimenticio del animal, es decir, haber tomado una forma que concuerde con su función. Los mamíferos inferiores son *homodontos*, que no tienen más que una clase de dientes, tales son los Desdentados y los Cetáceos. Los otros mamíferos son *heterodontos*, comprendiendo su sistema dentario dos clases, por lo menos, de dientes diferentes.

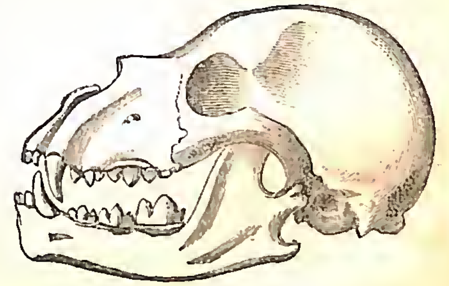


Fig. 231. — *Cabeza de pantera.*

Según que se alimentan exclusivamente de carne ó de vegetales llámanse *carnívoros* ó *herbívoros* los animales.

Son *omnívoros* los seres que, como el hombre, se alimentan, á la vez, de carne, legumbres y frutos. En las quijadas de los carnívoros (*fig.* 231) encontramos seis incisivos poco desarrollados; dos largos y fuertes caninos llamados *colmillos*, verdaderos puñales á propósito para matar; molares, coronados cada uno de tres tubérculos destinados á dilacerar las carnes. La tercera muela, más poderosa y más acerada, es designada con el nombre de *diente carnicero*. Su fórmula dentaria, para cada medio maxilar, es :

$$\frac{3}{3}\text{ I} + \frac{1}{1}\text{ c.} + \frac{4}{3}\text{ M.}$$

Vemos, por el contrario, en la quijada de los Herbívoros que los dientes mortíferos, como los caninos, han llegado á ser rudimentarios ó á desaparecer, y que los molares



Fig. 232. — *Cabeza de caballo.*



Fig. 233. — *Cabeza de carnero.*

presentan anchas coronas aplanadas surcadas de pequeñas eminencias ó colinas propias para machacar y moler los granos y las hierbas á manera de piedras de molino.

Así, en el Caballo (*fig.* 232), los incisivos existen en número de diez en cada quijada; pero los cuatro caninos son rudimentarios, y un buen espacio de encia desnuda (la *barra*) les separa de los molares triturantes de ancha corona.

La semifórmula dentaria del caballo adulto es :

$$\frac{3}{3}\text{ I.} + \frac{1}{1}\text{ c.} + \frac{6}{6}\text{ M.}$$

En las especies bovina y ovejuna (*fig.* 233) faltan por

completo los caninos, y los incisivos existen solamente en la quijada inferior, mientras que los molares son numerosos, anchos y potentes. La fórmula dentaria de los Rumiantes es:

$$\frac{0}{4}\text{ I.} + \frac{0}{0}\text{ C.} + \frac{6}{6}\text{ M.}$$

Hemos de notar que el buey no tiene más que seis incisivos en la quijada inferior.

Los animales que roen madera, cáscaras



Fig. 234. — *Cabeza de conejo.*

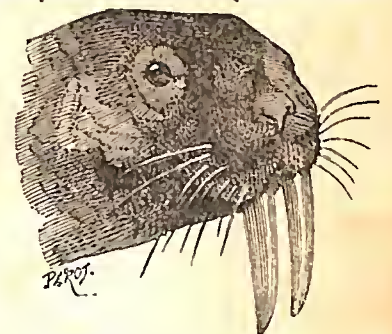


Fig. 235. — *Cabeza de morsa.*

de granos duros, como el Ratón, el Conejo y la Ardilla, carecen de caninos; pero sus incisivos, tallados á bisel, propios para roer, son muy largos y crecen á medida que se usan (*fig.* 234).

Fórmula dentaria:

$$\frac{1}{1}\text{ I.} + \frac{0}{0}\text{ C.} \frac{5}{5}\text{ M.}$$

Finalmente, en ciertos animales, las Morsas (*fig.* 235) y los Jabalíes, los caninos salen al exterior á manera de *defensas*. Estas defensas, muy desarrolladas en el Elefante, están constituidas por los incisivos.

En las Ballenas, los dientes ausentes son reemplazados por *barbas* ó largas láminas córneas que penden de cada lado de la quijada superior y forman una especie de red por medio de la cual los grandes cetáceos capturan á los peces que les sirven de alimento.

En los Monotremas (Equidna y Ornitorinco), seres de transición entre las aves y los mamíferos, los dientes están reemplazados por un verdadero pico córneo.

Estómago. — El *estómago* de los Rumiantes es bastante diferente del de los demás mamíferos y merece especial descripción.

Lo que esencialmente caracteriza á estos animales es la facultad de *rumiar*, esto es, de retraer — por medio de contracciones del estómago — al esófago y hasta á la boca los herbajes que han ramoneado. Tritúranlos entonces por segunda vez y los tragan definitivamente.

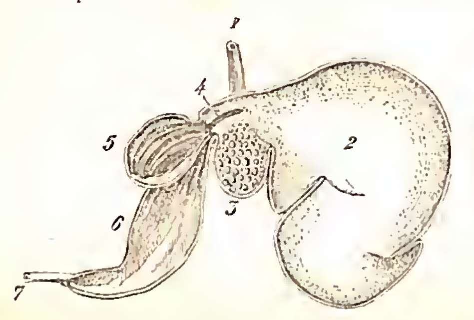


Fig. 236. — *Estómago de un rumiante.*

1. Esófago. — 2. Panza. — 3. Bonete. — 4. Libro. — 5. Gotera. — 6. Principio del intestino delgado.

Esta facultad depende de la disposición de su estómago, dividido, bajo el aspecto fisiológico, en dos partes : la una de reserva, y la otra de digestión propiamente dicha. Cada una de estas partes está formada de dos receptáculos distintos.

De las cuatro cavidades de que se compone el estómago de los rumiantes (*fig.* 236), las dos primeras son simples depósitos alimenticios : la *panza*, para las matas de hierba ramoneada, y el *bonete*, para los líquidos que de la hierba provienen. El esófago desemboca en la panza por una larga gotera, llamada *gotera esofágica*, cuyos bordes se separan bajo la presión de las bolas de hierba ó de heno, grosera y rápidamente masticadas antes de ser deglutidas. Cuando la panza está llena, el animal se acuesta y hace retornar — por contracciones del estómago — los alimentos á la boca, donde por segunda vez los tritura. Los bolos alimenticios así formados, se reblandecen demasiado para distender los bordes de la gotera esofágica. Deslízanse por ella y pasan directamente á los otros dos estómagos : el *libro* tapizado interiormente de repliegues de la mucosa análogos á las hojas de un libro, y el *cuajar*, que segrega el jugo gástrico. De allí penetra el quimo por el píloro en el intestino extremadamente largo, para ser en él digerido y absorbido.

Sistema nervioso; órganos de los sentidos; aparatos de la circulación y de la respiración. — El sistema nervioso de los mamíferos se parece generalmente al del hombre. Se observa que el volumen relativo y las circunvoluciones del cerebro disminuyen más y más á medida que se desciende del hombre á los últimos animales de la clase. En los roedores (Ratones, Liebres, Castores, etc.), la superficie de los hemisferios cerebrales es enteramente lisa.

Los órganos de los sentidos son cinco y presentan la misma organización que en el hombre, pero con diferentes grados de desarrollo. Algunos de estos sentidos, en particular los del olfato y del oido, son en ciertos animales mucho más perfectos que los nuestros. Todos tienen voz, cuyo timbre y entonaciones varían infinitamente. Sólo el hombre está dotado de palabra articulada.

Los mamíferos tienen corazón de dos ventriculos y dos auriculas, y circulación doble y completa; su sangre es roja y caliente; respiran por medio de pulmones; en una palabra, sus funciones nutritivas se ejecutan como en el hombre.

La cavidad del pecho, el cual contiene los pulmones y el corazón, está separada del abdomen por un tabique musculoso denominado *diafragma*. La existencia de este músculo constituye uno de los caracteres más esenciales de los mamíferos, teniendo presente que se halla en estado rudimentario en las aves y que falta por completo en todos los otros vertebrados.

177. División de los Mamíferos. — Divídense los Mamíferos en dos grandes grupos : 1º los Mamíferos cuya pelvis lleva adelante y articulados sobre el pubis *huesos marsupiales* (*fig.* 237) destinados á sostener la *bolsa marsupial* que contiene las mamas y en la cual la madre encierra á sus crias, que nacen incompletamente desarrolladas; 2º los Mamíferos cuya pelvis no lleva huesos marsupiales (*fig.* 238).

I. Los **Mamíferos marsupiales**, llamados también *Didelfos*, se subdividen en dos órdenes :

1º Los **Monotremas**, marsupiales de cloaca análoga á la de las aves, en la que desembocan el intestino, la vejiga y los oviductos; pues ponen huevos, cuyos polluelos salen inmediatamente después de la postura para ser recibidos en la bolsa marsupial, donde acaban de desarrollarse.

Tienen un pico como los patos en lugar de dientes, y forman seres de transición entre los aves y los mamíferos (*Equidnés* y *Ornitorincos*);

2º Los **Marsupiales** propiamente dichos, sin cloaca (*Canguros* y *Zarigüeyas*).

II. Los **Mamíferos sin huesos marsupiales**, llamados

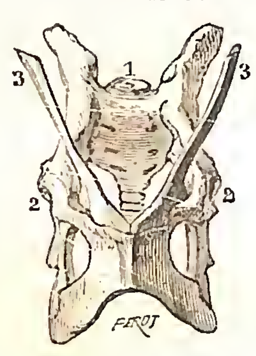


Fig. 237. — *Pelvis de mamífero de huesos marsupiales.*

1. Hueso sacro en que termina la columna vertebral. — 2-2. Huesos iliacos. — 3-3. Huesos marsupiales.

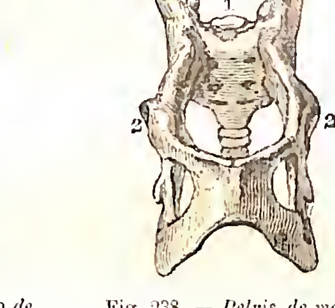


Fig. 238. — *Pelvis de mamífero sin huesos marsupiales.*

1. Hueso sacro en que termina la columna vertebral — 2-2. Huesos iliacos.

tambien *Monodelfos*, forman *catorce órdenes* que son ascendiendo por la escala zoológica :

1º Los **Cetáceos**	Ballena, Cachalote.
2º Los **Sirenios**	Manato, Dugongo.
3º Los **Desdentados**	Hormiguero, Armadillo.

Todos estos animales no tienen más que una sola clase de dientes : son los *Homodontos*.

4º Los **Jumentados**	Caballo, Asno.
5º Los **Rumiantes**	Buey, Cabra.
6º Los **Porcinos**	Puerco, Jabalí.
7º Los **Proboscidios**	Elefante

Los animales de los cuatro órdenes precedentes tienen, por lo menos, dos diferentes clases de dientes, y sus dedos, más ó menos numerosos, terminan en córneas pezuñas. Son los *Heterondontos* y *Ungulados*.

8° Los Roedores.	Lepóridos, Ratón.
9° Los Quirópteros.	Murciélago.
10° Los Insectivoros	Musaraña, Topo.
11° Los Pinipedos ó Anfibios	Foca, Morsa.
12° Los Carnívoros	León, Gato.
13° Los Lemúridos	Maqui.
14° Los Primatos	Monos.

Todos estos animales son *Heterodontos* y *Unguiculados*, pues sus dedos son libres, separables y terminados en zarpas ó uñas.

RESUMEN

I. Vertebrados. Animales de simetria bilateral, provistos de esqueleto interno, representado, por lo menos, por la columna vertebral. Sus extremidades no pasan jamás de cuatro. Su sangre, coloreada por glóbulos rojos, circula bajo el impulso del corazón en un cerrado sistema de vasos arteriales, capilares y venosos. Su sistema nervioso central, formado del encéfalo y la médula espinal, se halla situado encima del tubo digestivo.

II. La rama de los vertebrados se subdivide en cinco clases: los Peces, los Batracios, los Reptiles, las Aves y los Mamiferos.

III. Esbozo de los Vertebrados. 1° El *Anfioxo*, pequeño pez marino que vive en la arena de las playas, tiene una cuerda dorsal y un sistema nervioso, compuesto únicamente de una médula espinal, situados encima del tubo digestivo. — 2° La larva libre de las *Ascidias* (*Tunicados*), que tiene el aspecto de un renacuajo, presenta en la cola una cuerda dorsal. Cuando el animal se fija, su cola desaparece y degenera en una especie de pólipo, cuyo canal digestivo conserva dos aberturas. Forman entonces colonias por gemación.

IV. Los Peces son animales vertebrados, oviparos, que respiran por branquias el aire disuelto en el agua: su piel está cubierta de escamas dérmicas ó de placas óseas, y raramente se halla desnuda; su sangre es roja y de temperatura variable.

V. Los peces tienen las extremidades transformadas en aletas: aletas *pectorales*, que representan las extremidades anteriores; aletas *abdominales*, que representan las extremidades posteriores; aletas *dorsal*, *anal* y *caudal* impares. Su abdomen contiene generalemente una vejiga natatoria, ya cerrada, ya comunicándose con el esófago por un canal aéreo y propio para mantenerlos en equilibrio en el agua.

VI. El corazón de los peces se compone de un solo ventrículo y una sola aurícula. Hállase colocado en el trayecto de la sangre venosa, que es la que él recibe exclusivamente, pues la sangre revivificada en las branquias, pasa directamente á todo el cuerpo antes de volver á este órgano.

VII. Su sistema óseo es ó bien duro (*Teleosteos*) ó bien cartilaginoso (*Ganoideos* y *Selácidos*).

VIII. Las branquias son generalmente cuatro pares, colocadas á cada lado en cuatro arcos óseos ó cartilaginosos. Están contenidas en una cavidad, que comunica con la boca, llamada *cámara branquial* y están protegidas de un opérculo. En ciertas especies se hallan dispuestas en forma de pinceles ó plumeros redondeados en múltiples cámaras, colocados por pares en la parte posterior de la cabeza.

La sangre venosa es conducida á las branquias por *cuatro pares de arcos aórticos*, división de la arteria branquial que viene directamente del corazón. Después de ser revivificada por el aire disuelto en el agua, es recibida por cuatro venas branquiales que la conducen directamente á una aorta sin volver á pasar por el corazón.

IX. Los Dipneustas, peces de respiración branquial, que puede tornarse en pulmonar cuando se desecan las charcas donde estos animales viven, forman la transición entre los peces y los batracios. Su vejiga natatoria, muy vascular, les sirve de pulmón.

X. Los Batracios ó Anfibios son animales de piel desnuda, seres de transición entre los peces y los reptiles. Su organización interna se parece mucho á la de los reptiles; mas lo que caracteriza esencialmente á estos animales son sus metamorfosis : en su primera edad son *renacuajos*, que respiran por branquias y viven en el agua como los peces; en la edad adulta, la mayor parte de ellos respiran por pulmones. Su circulación es análoga á la de los peces en el estado de renacuajo, y vuélvese pulmonar cuando su desarrollo es completo. Su esqueleto está desprovisto de costillas, pero presenta un esternón.

XI. Los Reptiles son animales oviparos de temperatura variable, que tienen el corazón compuesto de dos aurículas y un solo ventrículo. Poseen pulmones celulosos, piel cubierta, por lo común, de láminas córneas ó de tubérculos que semejan escamas, dientes soldados á los huesos maxilares, extremidades nulas ó en número de cuatro, y sentidos poco desarrollados. En parte prominente del cráneo de los lagartos encuéntranse vestigios de un tercer ojo, llamado *ojo pineal*.

XII. Los Cocodrilianos, grandes reptiles acuáticos, tienen el corazón dividido en cuatro receptáculos, dos aurículas y dos

ventriculos, como los mamiferos; pero las dos aortas que nacen, una del ventriculo derecho y otra del ventriculo izquierdo, hacen que la mitad posterior del cuerpo no reciba más que una mezcla de sangre arterial y venosa.

XIII. Las Aves son animales oviparos, provistos de alas y de plumas; tienen corazón de dos auriculas y dos ventriculos, sangre caliente de glóbulos elipticos, y pulmones muy desarrollados que se comunican con los depósitos ó sacos aéreos. La tráquea termina en dos laringes situadas, una en alto y otra, la *Siringe*, en bajo, encima de su bifurcación. La cayada de la aorta se encorva hacia la derecha.

XIV. Las aves tienen el cuerpo cubierto de plumas. Las más largas, las *Pennas*, llámanse *remeras* en las alas y *timoneras* en la cola. Las otras, más pequeñas, son *Tectrices*; el *Plumón* se halla debajo.

XV. El canal digestivo ofrece en la mayor parte de las aves tres cavidades ó bolsas principales : el *buche*, el *ventriculo succenturiado* ó estómago propiamente dicho, que segrega el jugo gástrico, y la *molleja*. Termina en una *cloaca*, adonde vienen á parar los úteres y los oviductos. Los dientes están reemplazados por las piezas córneas del pico.

XVI. El sentido más desarrollado en las aves es el de la vista. El ojo, proporcionalmente más grande que en los mamiferos, está protegido por un tercer párpado que se mueve en sentido transversal (*membrana nictitante*). La retina lleva un prolongamiento que se adelanta en forma de abanico hacia el cristalino, el cual prolongamiento es designado con el nombre de peine. Esta conformación parece tener por objeto aumentar la extensión de la superficie visual.

XVII. Su esqueleto presenta una *cresta* media, que se levanta en el esternón, y un tercer hueso á cada lado, llamado *coracoideo*, para reforzar la cintura escapular. Las dos claviculas están soldadas abajo y atrás formando un solo hueso, la *horquilla*.

XVIII. Las aves son todas oviparas. El huevo está esencialmente formado de tres partes : la yema, la clara ó *albúmina* y la cáscara calcárea. La yema está rodeada de una membrana denominada *vitelina*; en su superficie lleva un pequeño disco blanquecino, llamado *cicatricula*, que constituye el *germen*. La clara hállase envuelta en una translúcida membrana doble, una de cuyas hojas se adhiere á la cáscara. En el extremo más grueso, entre ambas hojas, se encuentra la *cámara aérea*.

XIX. Los Mamiferos son animales viviparos, provistos de mamas u órganos secretorios de la leche, teniendo un corazón de

dos ventrículos y dos aurículas, sangre caliente, cerebro voluminoso, órganos completos de los sentidos y un diafragma ó músculo plano que separa la cavidad del pecho de la del abdomen.

XX. La *Leche*, cuya densidad varía de 1,028 a 1,040, se compone : 1º de una materia grasa formada de vesículas adiposas, las cuales se elevan á la superficie y constituyen la *Crema* ó *Nata*, destinada, mediante el batido, á transformarse en *Manteca*; 2º de una materia azoada, el *caseum*, que tiene gran tendencia á coagularse y sirve para hacer quesos; 3º de una materia azucarada, *azúcar de leche*; 4º de sales minerales, cloruro de sodio y fosfato de calcio. Se llama *suero* al líquido obtenido después que se ha quitado la nata y el caseum coagulado.

XXI. Aparato digestivo. — En los *Carnívoros*, los incisivos son pequeños, los caninos ó colmillos muy desarrollados, y los molares coronados de tubérculos agudos. En los Rumiantes cavicórneos, no se encuentran incisivos ni caninos en la quijada superior. En los Roedores, los incisivos son largos y se renuevan por su base; no existen caninos, y los molares están guarnecidos de repliegues de esmalte en forma de escofina. Los Rumiantes tienen cuatro estómagos (la *Panza*, el *Bonete*, el *Libro* y el *Cuajar*).

XXII. El Esqueleto, sobre todo en las Extremidades, presenta diversas modificaciones adaptadas al medio habitado y á las costumbres del animal. En los Pinípedos y los Cetáceos (Focas, Ballenas), las extremidades se transforman en aletas. En los Saltadores (Liebres, Canguros), las extremidades posteriores están muy desarrolladas y las anteriores son delgadas. En los Cavadores (Topo) las patas anteriores, muy fuertes, están provistas de potentes zarpas. En los Corredores (Ciervo, Caballo), las extremidades son largas y los dedos reducidos á uno ó dos, guarnecidos de cascos ó pezuñas. En los Murciélagos, una membrana, extendida entre los más largos dedos de las extremidades anteriores, ejerce la función de ala.

XXIII. El cerebro se desarrolla más y más, á medida que se asciende por la escala zoológica. No se comienza á ver circunvoluciones más que en los mamíferos superiores. Los roedores carecen de ellas.

BOTÁNICA

CAPÍTULO PRIMERO

Principales tipos de organización del Reino vegetal : Algas y Hongos; Musgos; Criptógamas vasculares; caracteres distintivos de las Fanerógamas. — Idea de la evolución de los vegetales. — Célula vegetal. — Tejidos vegetales.

Principales tipos de organización del reino vegetal.

1. Clasificación. — Para el estudio del reino vegetal, lo mismo que para el del reino animal, se impone la necesidad de una clasificación. El inmenso número de diferentes plantas haría, en efecto, casi imposible para la memoria mejor organizada su estudio por separado. Así, los botánicos han dividido los vegetales en diversos grupos : — *Especie, Género, Familia, Rama,* — análogos á los de la clasificación zoológica, fundados en los caracteres de semejanza y de organización común.

Actualmente se divide el reino vegetal en cuatro ramas que, por orden ascendente, son .

1° Las **Talofitas.**
2° Las **Muscíneas.**
3° Las **Criptógamas vasculares**[1].
4° Las **Fanerógamas.**

Las *Fanerógamas* ó plantas de flores constituyen la rama mejor desarrollada, la más perfecta, la más importante del reino vegetal. Comprende dos sub-ramas :

1ª Las **Gimnospermas,** plantas cuyas semillas, no contenidas en ovario ó receptáculo cerrado, permanecen des-

1. Las tres primeras ramas, estando desprovistas de flores, pueden ser comprendidas bajo la denominación común de *Criptógamas*

nudas, simplemente adheridas á una escama. Ejemplo : el Pino, el Abeto y, en general, toda la familia de las Coníferas (*fig.* 1);

2ª Las **Angiospermas**, plantas cuyas semillas están contenidas en un receptáculo cerrado, llamado *ovario* Ejemplo : el Guisante cultivado, la Violeta, la Adormidera (*fig.* 2 *y* 3).



Fig. 1. — *Semillas desnudas en una escama de pino ó piña.*



Fig. 2. — *Ovario de violeta.*



Fig 3. — *Ovario de adormidera.*

Por último, los vegetales angiospermos, muchísimo más númerosos, han sido divididos en dos clases, según que el Embrión ó Plántula, contenido en la simiente, está provisto de uno ó de dos Cotiledones. Se llama así á la única ó dos primeras hojas que lleva el embrión en la semilla.

Estos dos géneros de plantas presentan, en efecto, caracteres muy diferentes que casi siempre permiten reconocerlos en seguida, sin que sea preciso examinar con lente el embrión de su semilla. Desígnaselas con el nombre de plantas Monocotiledóneas y de plantas Dicotiledóneas.

Todos los árboles y arbustos de nuestros climas, Encinas, Olmos, Álamos, Cerezos, Albaricoqueros, etc., la mayor parte de las plantas cultivadas en nuestras huertas ó nuestros jardines, Patatas, Remolachas, Claveles, Geranios, etc., son Dicotiledóneos.

Todas las Palmeras de los países cálidos ó cultivadas en nuestros invernaderos, nuestros cereales, Trigo, Cebada, Centeno, Maiz y otras gramíneas, los Lirios, Tulipanes, Azucenas, etc., son Monocotiledóneos.

PRIMERA RAMA

Talofitas.

Vegetales rudimentarios, por lo común unicelulares, como las Bacterias. Ni aun en los más desarrollados se distinguen flores ni hojas, ni tallos, ni vasos, ni raíces. Todo se reduce á una masa vegetativa de forma variada, que ha recibido el nombre de Talo (Thallus), y está compuesta de células, todas ellas semejantes. Divídense las Talofitas en Algas, ó plantas con clorofila, y en Hongos, plantas parásitas sin clorofila.

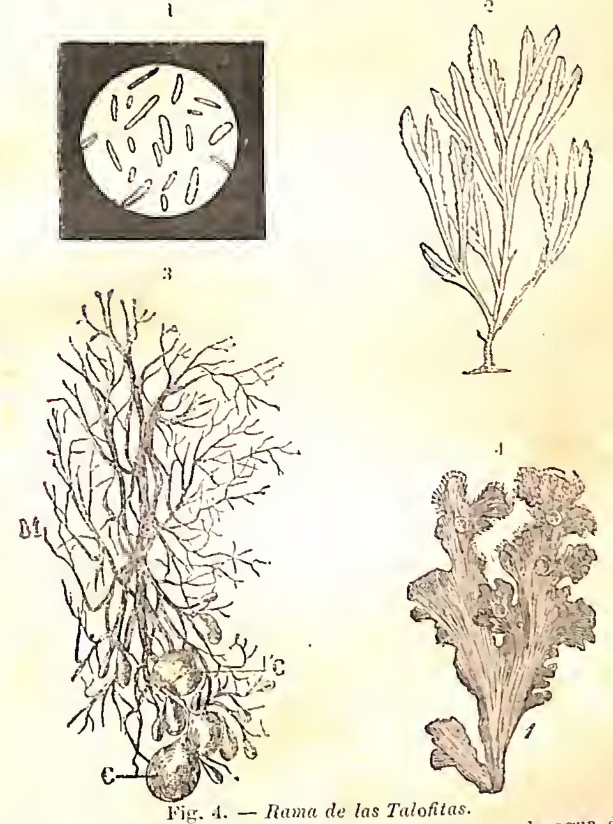


Fig. 4. — *Rama de las Talofitas.*

1 Bacterias (Bacilo amilobacterio). — 2. Conferva (Alga de agua dulce). — 3. Blanco de hongo (M. Micelión ó Talo; C. Hongo desarrollándose en el talo). — 4. Liquen (planta formada por la reunión de un alg y un hongo).

SEGUNDA RAMA

Muscíneas.

Plantas generalmente pequeñas, con tallos y hojas, pero sin flores, ni raíces y sin vasos para la circulación de la savia. El tronco ó tallo subterráneo está provisto de algunos pelos absorbentes. Ejemplo: los Musgos y las Hepáticas.

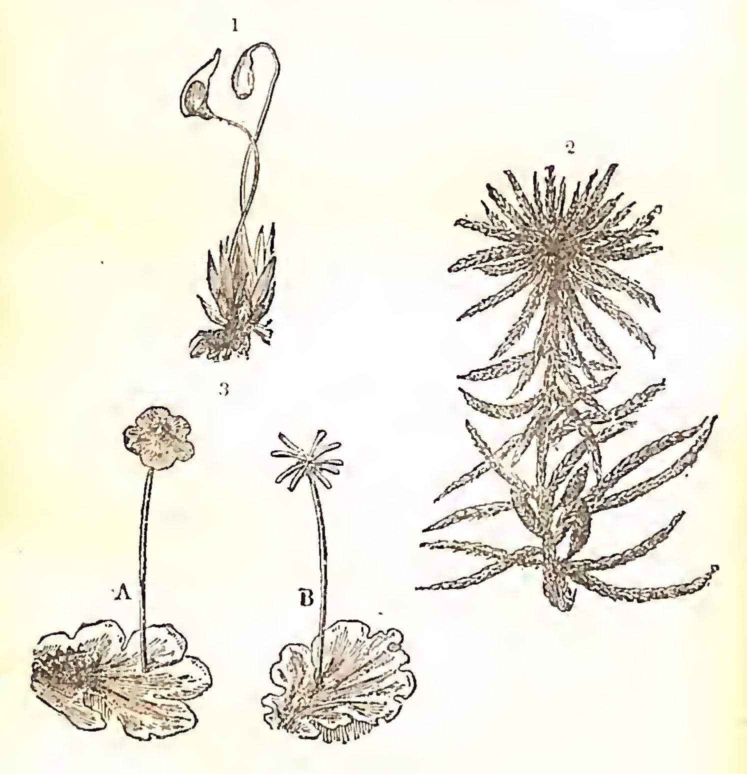


Fig. 5. — *Rama de las Muscíneas.*

1. Musgo. — 2. Esfanas (Musgo de los estanques, cuyos largos tallos forman poco á poco la turba por su carbonización incompleta). — 3. Hepáticas (Marchandias : A. macho, B. hembra, plantas de transición entre las Talofitas y las Mucíneas).

TERCERA RAMA

Criptógamas vasculares.

Estas plantas, algunas de las cuales son arborescentes, presentan ya una organización elevada. Poseen raices para absorber del suelo los liquidos nutritivos, uno ó diversos tallos, vasos y hojas, en los cuales circula la savia; pero están desprovistas de flores. Ejemplo : las Asperillas, los Licopodios y los Helechos.

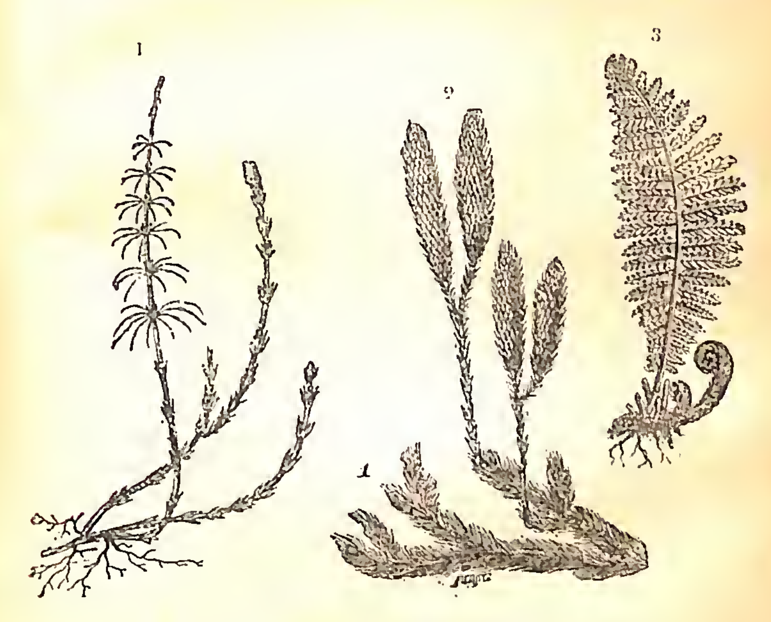


Fig 6. — *Rama de las Criptógamas vasculares.*

1. Asperilla de los campos. — 2. Licopodio en forma de maza. — 3. Helecho común.

CUARTA RAMA

Fanerógamas.

Plantas con flores bien distintas, que tienen hojas, tallos, vasos y raices. Las flores se transforman en frutos que contienen semillas, las cuales encierran un embrión, plántula susceptible de desarrollarse por medio de la germinación. Ejemplo : Abeto (Gimnosperma). Guisante cultivado (Angiosperma).



Fig. 7 — *Rama de las Fanerógamas.*

1. Abeto común (Gimnosperma). — 2. Guisante cultivado (Angiosperma)

2. Idea de la evolución de los vegetales. — Considerando con atención y por su orden los cuatro cuadros que preceden, se ve que la organización de los vegetales, como la de los animales, asciende por una especie de cadena no interrumpida desde el elemento más simple, la célula, hasta los organismos más complejos.

Vemos ante todo en la primera rama — las **Talofitas** — bacterias unicelulares, sin traza de organización interior, y después, conjuntos más ó menos desarrollados de células semejantes, no diferenciadas, que constituyen los *talos* de las Algas y de los Hongos.

En la segunda rama, — las **Muscíneas,** — las células que constituyen el vegetal comienzan á diferenciarse. Distínguense en los Musgos hojas y tallos cubiertos de una epidermis, y haces de fibras, y de pelos absorbentes.

La organización vegetal en la tercera rama, — las **Criptógamas vasculares,** — se complica y se perfecciona cada vez más. Los Helechos, los Licopodios, etc., nos muestran hojas, tallos, raíces, vasos para la circulación de la savia; pero faltan las flores. Estos órganos de reproducción caracterizan la cuarta rama, — la de las **Fanerógamas.**

Advertencia. — Como entre los animales, encuéntranse también vegetales intermedios que constituyen transiciones entre las grandes divisiones del reino vegetal. Así, ciertas Hepáticas, las Marchantias (*fig.* 5), tienen conexión con las Talofitas por su *talo*, y con los Musgos por su modo de reproducción. Las Gimnospermas son, bajo este aspecto, intermedias entre las Angiospermas y las Criptógamas vasculares.

3. Aparición sucesiva de los vegetales en los tiempos geológicos. — Los más simples, los más inferiores organismos vegetales han sido los primeros en aparecer en el globo. Sin embargo, no se comienzan á encontrar verdaderos rastros vegetales fósiles más que en las capas vecinas al terreno carbonífero de la época primaria. Tales son, sobre todo, los de criptógamas vasculares : — Vestigios de Helechos, de Licopodios y de Asperillas. — Pero estas plantas, gracias á la extremada humedad debida á lluvias torrenciales y nieblas continuas que resultan de la condensación de la atmosfera; gracias á la cálida temperatura que

reinaba entonces sobre el globo, como igualmente á la abundancia de ácido carbónico atmosférico, tenían gigantescas proporciones que están muy lejos de haber conservado en nuestros días.

Hacia el fin de los tiempos primarios el suelo se cubre de inmensas forestas de Gimnospermas : — Coníferas y Cicádeas. — Las plantas fanerógamas angiospermas no comienzan á dejar huellas de su existencia más que al final del período secundario. Mas, por su inmenso desarrollo, llegan rápidamente á preponderar.

Puédense considerar tres eras, en los tiempos geológicos' respecto á la aparición de los vegetales en nuestro globo .

1º La era de las **Criptógamas vasculares** (periodo medio de los tiempos primarios);

2º La era de las **Gimnospermas** (fin de los tiempos primarios);

3º La era de las **Angiospermas** (fin de los tiempos secundarios).

Célula vegetal.

4. **Célula vegetal.** — Hemos de recordar sumariamente, puesto que ya hemos estudiado esta cuestión (p. 4), que los dos principales caracteres distintivos entre los vegetales y los animales no están constituidos por la ausencia de movimientos voluntarios y de sensibilidad aparente, sino más bien por la presencia, sólo en los vegetales : 1º de un hidrato de carbono, la *Celulosa* $(C^6H^{10}O^5)^n$, que constituye, en gran parte, el desarrollo de las células vegetales; 2º de una materia colorante verde, la *Clorofila*, que únicamente falta en ciertas plantas parásitas, tales como los Hongos.

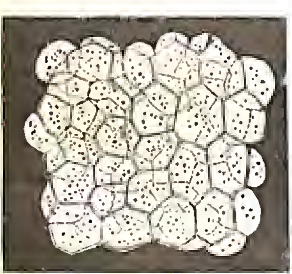


Fig. 8. — *Células poliédricas.*

La célula es, tanto en el reino vegetal como en el animal, el fundamental elemento de donde se derivan los otros tejidos : *parenquimatoso ó celular*, *fibroso* y *vascular*.

La forma más general de las células vegetales es, por consecuencia de su recíproco moldeamiento, poliédrica

(*fig.* 8) ú oblonga y prismática (*fig.* 9). Cuando varias células contiguas no se tocan por ninguno de los puntos de su superficie, dejan espacios intercelulares más ó menos grandes llamados *Lagunas* (*fig.* 10).



Fig. 9. — *Células prismáticas.*



Fig. 10. — *Lagunas del tejido celular.*

Las esenciales partes constituyentes de toda nueva célula son : la *envoltura*, el *protoplasma* y el *núcleo*.

La **Membrana envolvente**, muy visible siempre con el microscopio, está principalmente formada de celulosa impregnada, según la edad y asiento de la célula, de diferentes materias (*lignina*, *cutina*, *suberina*, etc.). Presenta gran resistencia á las acciones químicas, particularmente á la de los jugos digestivos, por lo cual las semillas que han escapado á la trituración de la masticación, pasan intactas al intestino de los animales que las han tragado, y pueden germinar después de ser expulsadas al exterior.

La *Celulosa* $(C^6H^{10}O^5)^n$ es un hidrato de carbono. Es una substancia blanca, sólida, diáfana, insoluble en el agua, alcohol y éter, pero rápidamente soluble en el reactivo Schweitzer (disolución amoniacal de óxido de cobre; véase nuestro curso de Química, p. 542).

El **Protoplasma vegetal** es una substancia albuminosa granulada y retráctil, análoga al protoplasma animal. Difiere de éste, sin embargo, por la presencia de mayor ó menor número de nucléolos ó corpúsculos redondos, infinitamente pequeños, llamados *leucitos*. Se les dividen en *Cloroleucitos*, coloreados de verde por la clorofila que encierran, y en *Cromoleucitos*, de diversos tintes que dan á las flores sus brillantes colores.

El **Núcleo**. órgano de reproducción (v. p. 3) de toda

célula completamente desarrollada, cuando es mirado con el microscopio, preséntase por efecto de su propiedad refringente bajo el aspecto de una gotita de aceite. El núcleo desaparece cuando la célula envejece.

5. Evolución de una célula vegetal. — Una célula adulta, recientemente formada (*fig.* 11) comprende : una membrana envolvente, protoplasma, leucitos en número más ó menos grande, y un núcleo.

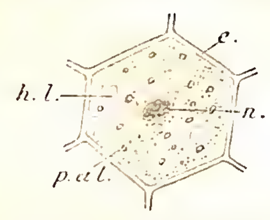


Fig. 11. — *Célula adulta recientemente formada.*

e Envoltura. — *n.* Núcleo. — *p. et l* Protoplasma y leucitos. — *h. l.* Hidroleucitos comenzando á formarse.

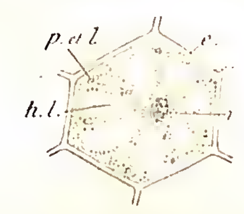


Fig. 12. — *Producción de vacuolas ó hidroleucitos en la célula.*

e. Envoltura. — *n.* Núcleo. — *p. et l.* Protoplasma y leucitos. — *h. l.* Hidroleucitos.

Al principio el protoplasma llena completamente la célula. El período de regresión es anunciado por la producción de vacuolas ó *Hidroleucitos* (*fig.* 12), pequeñas cavidades llenas de jugos vegetales.

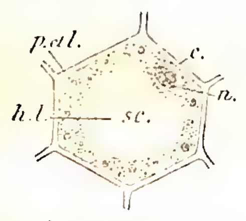


Fig 13 — *Una sola vacuola en el centro de la célula.*

e. Envoltura. — *n.* Núcleo. — *p et l.* Protoplasma. — *h. l.* Hidroleucito único y central. — *s. c.* Jugo celular.

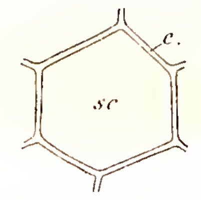


Fig. 14. — *Célula muerta.*

e. Envoltura. — *s c* Jugo celular.

Después los hidroleucitos aumentan en número y

volumen á la vez y se fusionan en una sola vacuola que ocupa la mayor parte de la célula y hace retroceder al núcleo y al protoplasma contra la envoltura celular (*fig.* 13).

Por último, la célula muere y no está ya constituida más que por su envoltura llena de jugo celular (*fig.* 14). Este jugo celular, destinado, en general, á constituir una reserva alimenticia para la planta, que nosotros utilizamos por lo común para nuestra alimentación ó usos industriales, está compuesto de diversas substancias, según los vegetales. Las principales son : materias azucaradas (Zanahoria y Remolacha); almidón (Trigo y Patata); materias grasas (Lino y Colza); materias colorantes (Rubia y Glasto), etc., etc.

6. **Modificaciones de la envoltura de la célula.** — La membrana que envuelve á las células vegetales puede experimentar, según la región ocupada, dos especies de modificaciones : condensación total ó parcial y modificaciones químicas.

Condensación. — La condensación celulósica de la membrana envolvente de las células se verifia en su faz interna.



Fig 15. — *Células punteadas, aisladas y redondeadas.*



Fig. 16. — *Células rayadas.*



Fig. 17. — *Células espirales.*

Si la condensación es total y uniforme, a célula no cambia; pero, por lo común, este depósito es irregular. Unas veces está lleno de agujeros, cerrados simplemente por la delgada membrana envolvente, la cual permite á la luz pasar en el cristal del microscopio, de tal suerte que la célula parece *punteada* ó *rayada* (*fig.* 15 y 16); otras veces las zonas de condensación se hallan dispuestas á

manera de circulo ó espiral, y la célula es llamada *anillada ó espiral* (*fig.* 17).

Modificaciones químicas. — Las modificaciones químicas más importantes son las de las células vegetales que forman la epidermis de las hojas y de los tallos. Estas se endurecen por la incrustación de substancias especiales, llamadas *Cutina* y *Suberina*. Están destinadas, por lo tanto, á desempeñar una función protectora, constituyendo una membrana bastante resistente, denominada *Cutícula*, la cual se puede levantar por pedazos más ó menos grandes en la superficie de las hojas. El *Súber* ó *Corcho* protege, además, la corteza de los tallos.

La *Madera* proviene de la incrustación de las fibras vegetales por otra substancia más dura, llamada *Lignina*. Por último, otras células, las de las Asperillas de los campos por ejemplo, pueden incrustarse de sílice, de la misma suerte que los rastrojos de las Gramíneas, lo cual les da mayor solidez.

Tejidos vegetales.

7. Principales tejidos; Meristemo. — Derivándose todos de la célula vegetal, más ó menos modificada, pero conservando sus caracteres esenciales, los tejidos vegetales pueden reducirse principalmente á tres: 1º *Tejido celular ó parenquimatoso*; — 2º *Tejido fibroso*; — 3º *Tejido vascular*.



Fig. 18. — *Gruesas células prismáticas semejantes del meristemo*

El tallo tierno está completamente lleno, sobre todo en su extremidad, de un tejido de jóvenes células prismáticas, todas semejantes, de protoplasma compacto que tiene un grueso núcleo (*fig.* 18), sin lagunas, y no diferenciadas aún en fibras y en vasos. Este primario tejido, que se encuentra sobre todo en la yema terminal y cerca de la cofia de la raíz, llámase *Meristemo*.

1º TEJIDO CELULAR Ó PARENQUIMATOSO. — Este tejido, bastante análogo al tejido celular animal, sirve para unir entre sí los otros tejidos ú órganos vegetales. Hállase en

abundancia en las hojas, la corteza y en la médula de las plantas.

El tejido celular está compuesto de células poliédricas, de fina pared, que se condensan con la edad y pueden dejar entre sí intervalos ó lagunas (*fig.* 8 y 10).

2º Tejido fibroso. — La fibra (*fig.* 19), órgano de resistencia y de sostén, no es otra cosa que una célula muy alongada, terminando sus extremos en punta. Está compuesta únicamente por la envoltura celular lignificada, lo cual le presta una gran resistencia. No se halla en ella ni protoplasma ni núcleo; es, pues, un elemento muerto. El tejido fibroso constituye, en cierto modo, por su rigidez el esqueleto de los tallos y de las hojas. Las fibras se agrupan generalmente en haces.

Las *fibras textiles*, que sirven para fabricar cuerdas y telas, están compuestas de tejido fibroso. Tales son las fibras del Cáñamo y del Lino, y las que se extraen de las hojas de ciertos vegetales exóticos como el *Phormium tenax* de Nueva Zelandia, la *Pita*, el *Esparto*, etc.

A B

Fig. 19. — *Fibra vegetal y su corte transversal.*

A. Fibra. — B. Su corte transversal.

Para separar las fibras del cáñamo y del lino, se ha recurrido á la acción del *enriamiento*, que consiste en dejar macerar en agua corriente ó en humedad los tallos de estas plantas. El bacilo *amilobacterio* destruye entonces las células de pared delgada del tejido celular, pero no ataca las fibras lignificadas, las cuales quedan libres y se las separa peinándolas. Esta operación es muy lenta.

3º Tejido vascular. — Los vasos, que se encuentran mezclados con las fibras lignosas en la madera de los vegetales, están formados de células oblongas y superpuestas. Sus paredes laterales son duras y lignificadas, de manera que puedan conservar su calibre. Si los tabiques intercelulares son resorbidos, se resquebrajan, desaparecen, y el vaso, transformado en largo y estrecho canal, se llama vaso *perfecto*. Es *imperfecto* el vaso, cuando los tabiques intercelulares, aunque muy adelgazados, per-

sisten. La circulación de la savia verifícase entonces por endósmosis.

Pudiendo no ser regular la condensación de la membrana celulósica envolvente, de aquí resulta que los vasos presenten diversos aspectos. Los vasos perfectos son *rayados* y *punteados* (*fig.* 20); los vasos imperfectos son *espirales* (*fig.* 21), anillados y *escaleriformes*, esto es, cuyas rayas están dispuestas en forma de escalera (*fig.* 22).

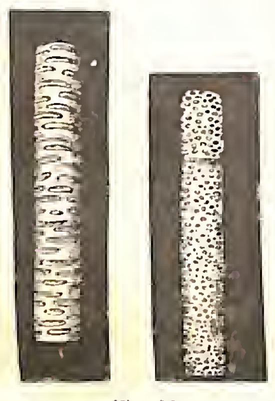


Fig 20.
Vaso rayado. *Vaso punteado.*

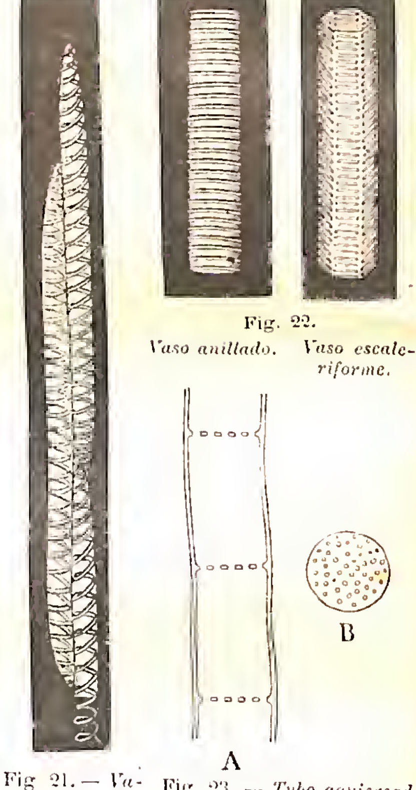


Fig. 21. — *Vasos espirales.*

Fig. 22.
Vaso anillado. *Vaso escaleriforme.*

Fig. 23. — *Tubo agujereado del liber.*
A. Tubo agujereado. — B Corte transversal del mismo.

En el *Liber* — especie de zona formada por diferentes planos yuxtapuestos á manera de las hojas de un libro, situada entre la corteza y la madera de los vegetales — encuéntranse vasos hechos de células superpuestas, cuyos tabiques de separación no se resorben completamente, sino que son horadados por gran número

de orificios de comunicación que les da particular aspecto (*fig.* 23), designándoseles, por lo tanto, con el título de *tubos acribillados.*

La savia ascendente circula en los vasos de la madera; la sávia descendente, elaborada en las hojas, circula por los agujereados tubos del líber.

RESUMEN

I. Actualmente se divide el reino vegetal en cuatro ramas : 1ª las *Talofitas*; 2ª las *Muscineas*; 3ª las *Criptógamas*; 4ª las *Fanerógamas*.

II. Las TALOFITAS son los vegetales más rudimentarios, comúnmente unicelulares, como las *Bacterias*. No teniendo ni tallos, ni hojas, ni raices, ni flores, están caracterizadas por una masa vegetativa, más ó menos desarrollada, denominada *Talo* y compuesta de células semejantes. Ejemplo : las *Algas*, plantas con clorofila, y los *Hongos*, plantas parásitas sin clorofila.

III. Las MUSCINEAS tienen un tallo y hojas, pero están desprovistas de raices, de vasos y de flores. El tallo subterráneo está guarnecido de algunos pelos absorbentes. Ejemplo : los *Musgos*.

IV. Las CRIPTÓGAMAS VASCULARES presentan una organización más completa. Poseen un tallo, hojas, vasos para la circulación de la savia, y raices; pero están desprovistas de flores. Ejemplo : los *Helechos*, las *Asperillas*, los *Licopodios*.

V. Las FANERÓGAMAS se distinguen de los precedentes vegetales por sus flores. Divídense en dos subrramas : 1º las *Gimnospermas*, plantas cuyas semillas, en vez de estar contenidas en receptáculo cerrado, permanecen desnudas y simplemente adheridas á una escama (Pinos y Abetos); 2º las *Angiospermas*, cuyas semillas se hallan contenidas en un receptáculo cerrado, llamado *ovario*.

VI. Las ANGIOSPERMAS, plantas las más numerosas y las más importantes, forman dos clases, según que el embrión ó plántula contenido en la semilla esté provisto de uno ó de dos cotiledones, llamándose, según esto, MONOCOTILEDÓNEAS y DICOTILEDÓNEAS.

VII. Llámanse *Cotiledones* la única ó las dos primeras hojas que lleva el embrión ó plántula en la semilla.

VIII. *Aparición de los vegetales en la tierra.* — Se consideran tres eras en los tiempos geológicos respecto á la aparición de los vegetales en nuestro globo : 1º la era de las Criptógamas vasculares (período medio de los tiempos primarios); 2º la era

de las Gimnospermas (fin de los tiempos primarios); y 3° la era de las Angiospermas (fin de los tiempos secundarios).

IX. Célula vegetal. Joven y adulta, la célula vegetal está compuesta de una membrana envolvente celulósica, de protoplasma y de un núcleo. El protoplasma, que es incoloro, contiene granulaciones llamadas *Leucitos*, divididas en *cloroleucitos* coloreados de verde por la clorofila, y en *cromoleucitos* variadamente teñidos para dar á las flores sus diferentes colores.

X. La célula se halla al principio completamente llena de protoplasma en el cual se forman bien pronto *vacuolas* ó *hidroleucitos*, llenos de jugo celular. Estos hidroleucitos acaban por fusionarse en uno solo; el protoplasma y el núcleo son resorbidos, y la célula queda constituida solamente de su envoltura y del jugo celular. Dícese entonces que es célula muerta.

XI. Las paredes de las células se condensan por su faz interna. Según la disposición de esta condensación, la célula se llama *punteada*, *rayada*, *anillada* y *espiral*.

XII. Los tejidos vegetales provienen de células. El más importante es el *Meristemo* de los brotes más tiernos, constituido de células completas, todas semejantes y todavía no diferenciadas.

El meristemo da origen al *tejido celular*, al *tejido fibroso* y al *tejido vascular*.

XIII. El tejido celular, formado de células poliédricas, es denso y lagunoso.

XIV. Las fibras del tejido fibroso se hallan compuestas de células oblongas y delgadas, de pared dura y lignificada, sin protoplasma.

XV. Los vasos están constituídos por células alongadas y yuxtapuestas, de pared lateral dura y lignificada, y sin protoplasma.

XVI. Si los tabiques intercelulares de separación permanecen delgados é intactos, el vaso es *imperfecto*; y es *perfecto* cuando tales tabiques son resorbidos y el vaso forma un largo canal.

XVII. Los vasos, como las células, se denominan, según su aspecto, *punteados*, *rayados*, *anillados*, *espirales* y *escaleriformes* (cuando las rayas están dispuestas en escalones).

Los gruesos vasos punteados y rayados, son perfectos; los otros más finos, son imperfectos.

XVIII. En los *tubos acribillados del Liber*, los tabiques intercelulares están horadados por pequeños orificios para el paso de la savia.

XIX. La *savia ascendente* sube por los vasos de la madera y, después de ser elaborada en las hojas, baja con el nombre de *savia descendente* ó *nutritiva* por los tubos agujereados del liber.

CAPÍTULO II

LA RAÍZ

Estudio especial de las funciones en las Fanerógamas. — Raices y raicillas. — Estructura. — Crecimiento. — Funciones.

Funciones de las Fanerógamas.

8. División de las funciones en las plantas fanerógamas — Al examinar cualquier planta fanerógama, un pie de alubia ó habichuela por ejemplo (*fig.* 24) vemos que al principio está compuesto de un tallo aéreo, de una raiz subterránea y de ramos guarnecidos de verdes hojitas aplanadas. Es la parte vegetativa de la planta, la que preside las *funciones de nutrición* encargadas de asegurar la existencia del vegetal.

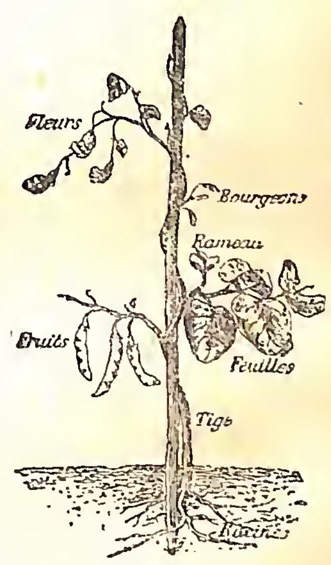


Fig 24. — *Pie de judia ó habichuela (diferentes partes de la planta).*

Más tarde, hacia la mitad de la primavera ó al principio del estío, aparecerán otros órganos de graciosas formas y de brillante blancura, las *Flores* Después estas flores se marchitarán, caerán; pero su seno se convertirá en fruto, en una vaina que contenga semillas ó habichuelas Estas habichuelas ó alubias, sepultadas en tierra favorable, germinarán y darán nuevas plantas, semejantes á aquella de donde han salido.

Las flores presiden, pues, las *funciones de reproducción.*
Estudiemos ante todo las funciones de nutrición comenzando por la raíz.

Raiz y Raicillas; caracteres exteriores.

9. Diferentes partes que constituyen la raíz. — Llámase raíz la parte de una planta que, desprovista comúnmente de hojas, está hundida en el suelo. Las raices son por lo general incoloras ó grisáceas; jamás verdes.

Distínguense en la raíz cinco partes (*fig.* 25), á saber:

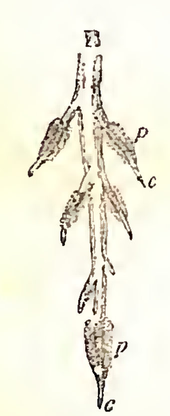


Fig. 25. — *Teoria de la raiz.*
R Raíz principal. — *p.* Pelos. — *c.* Cofia.

1º El *Cuerpo* ó *raiz primaria* que da origen al tallo, del cual es prolongación subterránea;

2º El *Cuello* ó *nudo vital*, línea de demarcación más ó menos aparente entre la raiz y el tallo;

3º Las *Raicillas* ó *ramificaciones secundarias* del cuerpo principal de la raiz;

4º Los *Pelos absorbentes*, verdaderos chupadores, especie de vello que comienza un poco arriba de la extremidad de las raicillas terminales y cesa de repente después de haberles formado como un manguito de dos á tres centímetros de largo;

5º La *Cofia*, especie de envoltura resistente ó capuchón protector de la extremidad de todas las raices, sirviéndoles, por decirlo asi, de reja de arado para avanzar y alargarse dentro del suelo.

Pasemos á examinar en detalle algunas de estas partes.

10 Cofia y crecimiento subterminal de la raíz. — En una extremidad de raiz de habichuela desarrollada en musgo húmedo, de tal modo que se la pueda aislar por completo sin deteriorarla, obsérvase ante todo un punto pardusco, más obscuro que el restò, formado por la *Cofia.* Inmediatamente más arriba de la cofia, la corteza de la raiz es lisa; después de un corto intervalo, aparece una zona velluda, formada por los pelos absorbentes ó *Pelos radicales.*

Como lo demuestra la *fig.* 25, estos pelos son tanto más largos cuanto más cerca se hallan del borde superior del manguito, en el cual bruscamente cesan. Encima del manguito, cuya altura varía entre dos á tres centímetros, la corteza de la raiz torna á ser lisa hasta el cuello.

Las raices crecen en longitud durante toda la existencia del vegetal á que pertenecen; pero la altura del manguito de pelos absorbentes permanece sensiblemente igual. Su posición, más arriba de la cofia, es igualmente poco variable. Esto depende del modo de crecimiento de la extremidad radical.

Una raiz cuya extremidad se ha cortado, cesa de crecer en longitud, lo cual prueba que la región de crecimiento se encuentra vecina á la cofia. Véase cómo se demuestra:

1° Después de sacar con todo cuidado una habichuela plantada algunos dias ha entre musgo húmedo, se traza en la tierna raiz con barniz negro tres ó cuatro rayas á partir de su extremidad, y se vuelve á plantar entre el musgo húmedo. Al cabo de varios dias, se ve que la raíz se ha alargado únicamente por donde la primera raya ó división vecina á la cofia.

Fig. 26. — *Crecimiento subterminal de la raiz en largura.*

2° Para determinar más rigorosamente la zona de crecimiento, divídese el primer centímetro en diez milímetros por trazados hechos con barniz y, algún tiempo después, se puede comprobar que el alargamiento, nulo al nivel de la cofia, es máximo hacia el tercero y cuarto milímetro, para ir luego disminuyendo y llegar á ser nulo según se va subiendo. Un poco más arriba de la cofia se halla, pues, el centro de elaboración de las nuevas celdas destinadas al desarrollo de la raiz en longitud. Por tal razón, este modo de crecimiento es llamado *subterminal* (fig. 26).

11. Zona de pelos radicales. — La altura casi constante del manguito de pelos absorbentes es debida al brote de nuevos pelos en la parte inferior próxima á la raíz, á

medida que ésta se alarga. Los pelos, por consecuencia, crecen poco á poco, y, cuando han llegado á su mayor dimensión, se ajan y caen.

Se observará que si el manguito conserva siempre la misma altura aparente, cambia de lugar para permanecer á igual distancia de la cofia, de tal suerte que la parte lisa y desnuda de la raíz aumenta por la parte de arriba.

12. Raicillas y formas diferentes de las raíces. — La raíz principal ó *primaria*, generalmente de forma cónica, que es continuación del tallo y se prolonga dentro del suelo, da origen á ramificaciones más finas, llamadas *secundarias* Estas nuevas raíces, que se dirigen oblicuamente y no verticalmente, por lo común más pequeñas que la raiz principal, presentan, como ella, una cofia y asimismo una zona de pelos absorbentes llamados *raicillas*. Estas raicillas dan á su vez origen á ramificaciones *ternarias* y aun *cuaternarias*, cuyas extremidades forman lo que se llama *Cabellera* de los vegetales.

Las raicillas nacen, lo más comúnmente, de la superficie de la raiz primaria, siguiendo líneas rectas que van desde su extremidad á su base. Más adelante veremos que su origen es exterior.

La forma de la raíz primaria, las disposiciones relativas de esta raiz y de las raicillas, y, sobre todo, sus relaciones de grosor han hecho que á las raices se las divida, según su aspecto exterior, en **fusiformes, fasciculadas** y **tuberculosas.**

Las **raíces fusiformes** son aquellas cuyo cuerpo principal muy desarrollado, lleno generalmente de substancias alimenticias, se hunde verticalmente en el suelo, como la Zanahoria (*fig.* 27), el Nabo, la Remolacha, Rábano, etc. Las raices fusiformes son *simples* cuando, como en las plantas precedentes, no presentan ramificaciones; y son *ramificadas* en el caso contrario (raíces de los grandes árboles en general) : Encina, álamo (*fig.* 28), Fresno, etc.

Las **raíces fasciculadas** ó **fibrosas** están compuestas de fibras más ó menos delgadas, las cuales forman una especie de masa cabelluda que nace en el cuello. Resultan de la atrofia de la raiz principal ó central y del considerable desarrollo de las raicillas. Ejemplo : las raices del Guisante y de los Cereales (*fig.* 29).

Las **raíces tuberculosas** son gruesas raíces llenas de reservas alimenticias. Pueden ser fusiformes, como la Remolacha, la Zanahoria y el Nabo, ó fasciculadas cuando



Fig. 27. — *Raiz fusiforme simple (zanahoria).*



Fig. 28. — *Raiz fusiforme ramificada (álamo).*



Fig 29. — *Raiz fasciculada (cereales).*

las fibras de la raiz se abultan á manera de tubérculos

Á este último género de raíces se les reserva con preferencia el nombre de tuberculosas. Tales son las raíces de la Dalia (*fig.* 30) ó de la Peonia.

La mayor parte de las raíces tuberculosas sirven para alimento del hombre; pero los jugos alimenticios que contienen y que la raíz acumula durante el primer año, son reservas alimenticias destinadas á nutrir la planta durante el siguiente año. Así, respecto á la Zanahoria y la Remolacha, cuando no se las arranca el primer año, la raiz se consume, se vacía y deseca durante la época del brote, la florescencia y fructificación del segundo año.

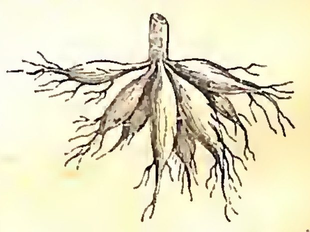


Fig 30 — *Raiz tuberculosa (dalia).*

No hay que confundir las raíces tuberculosas con otros tubérculos subterráneos, como las Patatas y las Cotufas, *que llevan yemas* y son verdaderos ramos subterráneos formando tubérculos por reservas alimenticias que el hombre, además, sustrae en provecho propio.

13. Raíces adventicias. — Llámanse *adventicias* las raíces aéreas que nacen de los tallos y sirven para fijar en la tierra las plantas trepadoras, como la Hiedra (*fig.* 31). En los Fresales se ven salir también *hijuelos* ó *renueros* para sujetarles al suelo. En los países tropicales son mucho más desarrolladas las raíces adventicias; se alzan á cierta altura del suelo, ya quedando libres y flotantes, ya hundiéndose en la tierra para desempeñar las funciones de las raíces ordinarias, como se observa en las Palmeras, en los Bejucos, en la Vainilla, etc.



Fig. 31. — *Raíces adventicias de la hiedra.*

El *Aporcado* de las Patatas y el *Rulaje* de los cereales, al hacer más adherente al suelo la parte inferior del tierno tallo, provoca en él el nacimiento de raíces adventicias para aumentar sus medios de nutrición. La *Reproducción por estacas* y el *Acodo* (véase *Cap.* VI) tienen generalmente por objeto hacer nacer en los tallos ó fragmentos de tallo raíces adventicias.

14. Dirección de las raíces. — Tres causas principales ejercen verdadera influencia en la dirección de las raíces: 1º su tendencia á buscar la obscuridad; 2º la humedad; 3º la acción de la pesantez. Esta última influencia parece la preponderante.

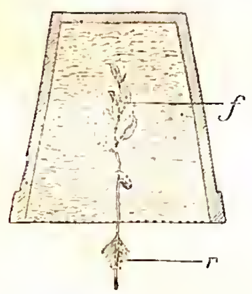


Fig. 32 — *Experimento del tiesto invertido.*

f. Flor — *r.* Raiz.

La atracción de la obscuridad respecto á la raiz, está demostrada por su tendencia á hundirse en el suelo.

La tendencia á buscar la humedad se desprende de que las raíces se dirigen siempre á los sitios más húmedos, lo cual fácilmente se comprueba en los árboles de las orillas de los ríos.

La preponderante acción de la pesantez se demu-

estra por el experimento del *tiesto invertido* (*fig.* 32).

Lleno de mantillo ligero un tiesto, se siembran semillas; y, después de haber recubierto la superficie de la tierra con una tela metálica fija al tiesto, se pone á éste boca abajo. Prodúcese la germinación, y la raiz, influida por la pesantez, huyendo, por decirlo así, de la humedad del mantillo y de la obscuridad, que constituyen su medio habitual, sale fuera de la tierra y se dirige en el aire hacia el suelo. El tallo comienza por desarrollarse, asciende por el mantillo; pero la planta en estas condiciones de existencia invertida, no tarda en perecer.

Estructura de la Raíz.

15. Estructura de la Raíz. — Para estudiar la primaria estructura de una raíz, verificase un corte transversal, al nivel de la zona pilífera, en una raíz tierna. Al primer examen distinguense inmediatamente tres regiones en dicho corte (*fig.* 33) que son, de fuera á dentro: 1º *Capa pilifera*; 2º *Corteza*; 3º *Cilindro central*

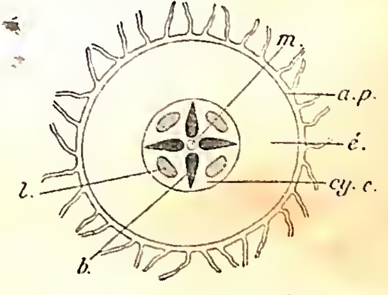


Fig. 33. — *Corte transversal de una raiz joven al nivel de la zona pilifera.*

a. p. Capa pilifera. — *é.* Corteza. — *cy.c.* Cilindro central. — *b.* Madera. — *l.* Liber. — *m.* Médula.

1º Capa pilífera. — La *capa pilifera a. p.* (*fig.* 34) está formada por la zona más exterior, cuyas células, apretadas unas contra otras, se prolongan en pelos absorbentes.

2º Corteza. — Debajo de la capa pilífera encuéntrase otra *capa suberosa a. s.*, constituida por una segunda zona de células, cuyas membranas envolventes se suberifican más ó menos para formar un *corcho* protector. Cuando los pelos se caen, la capa pilifera desaparece, y la epidermis de la corteza no es otra cosa que este corcho ó liber.

Más interiormente, se encuentra la espesa zona de células corticales propiamente dichas. Estas son las que,

en las raices comestibles, como la Zanahoria y el Nabo, se hinchan de substancias azucaradas y amiláceas, destinadas á constituir reservas alimenticias. Distínguense dos capas de células en la corteza : 1º la *zona cortical externa z. c. c.*, formada de células irregularmente alineadas; 2º la *zona*

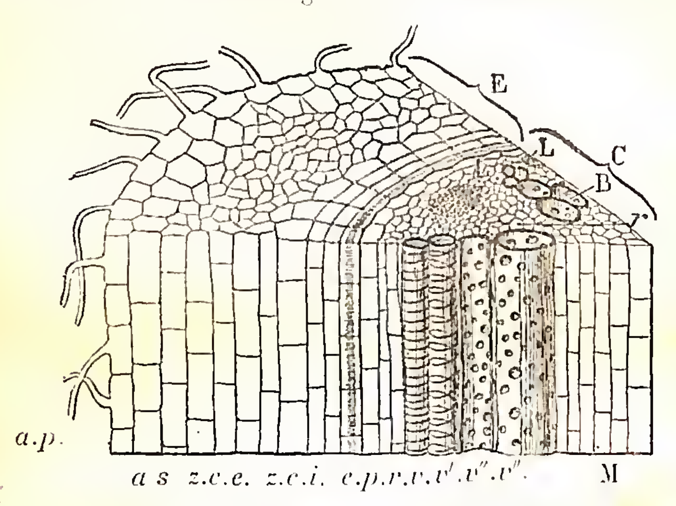


Fig 34. — *Corte transversal y longitudinal de una raiz dicotiledónea reciente.*

E. Corteza.	C. Cilindro central.		
	L. Haz del liber.	B. Haz vascular de la madera.	M. Médula.
a.p. Capa pilifera.		*v.* Vaso anillado	*r.* Radio medular.
a. s. Capa suberosa.		*v'.* Vaso espiral.	*p.* Periciclo.
z. c. e. Zona cortical externa.		*v'' v''.* Vasos punteados.	
z. c. i. Zona cortical interna			
e. Endodermis			

cortical interna z. c. i., compuesta de células dispuestas con regularidad en círculos concéntricos y dejando entre ellas meatos.

La más profunda capa de la zona cortical interna, ó sea la que la separa del cilindro central, está compuesta de una hilera de células cúbicas rodeadas de una especie de membrana envolvente, lo cual aumenta la resistencia de dicha capa. Llámase *Endodermis e.*

3º Cilindro central. — Si las células del cilindro central forman una especie de parenquima uniforme, de meristemo, junto á la cofia, estas células son diferenciadas en la zona pilífera, donde se distinguen en el corte microscópico manchas más sombrías, efecto de los haces del leño y del liber.

Los haces leñosos ó de la madera B, generalmente en número de cuatro ó cinco, que en el corte tienen apariencia triangular con el vértice hacia afuera, son enteramente vasculares. Los vasos de más pequeño calibre, anillados y espirales, *v*, *v'*, se hallan afuera; los más gruesos, punteados *v''*, *v'''*, están adentro.

Los haces del liber L, en igual número que los haces leñosos, presentan en el corte una forma ovalada. Colocados en la periferia del cilindro central, alternan con los haces leñosos. Tales haces están compuestos de tubos acribillados unidos entre si por el tejido celular de la región.

El parenquima ó tejido conjuntivo, que llena el cilindro central en torno de los haces, constituye tres regiones : la *Médula* M, central; los *Radios medulares r*, que van del centro á la periferia, pasando por entre los haces; el *Periciclo p*, zona de células del cilindro central adosada á la endodermis.

Las raicillas nacen por un brote de células en un punto del periciclo. Levantan al principio la endodermis y la corteza; después, las rasgan y salen afuera bajo la forma de filamento blanco protegido de una cofia. Dícese también que el origen de las raicillas es interior ó *endógeno*, puesto que provienen de las células del cilindró central

16. Estructura de la región de la Cofia. — La estructura de la extremidad de la raíz merece estudio especial. En el corte longitudinal de esta región verificado en una muy joven raíz de una planta fanerógama, se percibe, con lente de gran aumento, un poco más arriba de la cofia, en medio del tejido celular ó meristemo local, un pequeño grupo de células, más gruesas y más obscuras que las otras, generalmente superpuestas en número de tres y llamadas *células iniciales*, pues son el punto de origen primario de las otras células.

La célula inicial es el origen de las células de la cofia y

de la capa pilífera (*fig.* 35); la célula inicial media lo es de las células de la corteza, y la célula inicial superior, de las células del cilindro central.

En las Criptógamas vasculares no se encuentra más que una célula inicial, voluminosa, de forma triangular, de base dirigida hacia abajo, y cuyos tabiques son á la vez origen de las células de la cofia, de la corteza y del cilindro central.

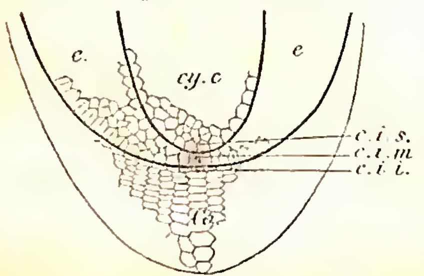


Fig. 35. — *Células iniciales de la región de la cofia en las fanerógamas.*

Co. Cofia. — *e.* Corteza. — *cy. c.* Cilindro central.
c. i. s. Célula inicial superior.
c. i. m. Célula inicial media.
c. i. i. Célula inicial inferior.

Poco tiempo después de la constitución de los tejidos primarios, que solamente persisten en las Criptógamas vasculares y las Monocotiledóneas, aparecen en las Gimnospermas y las Dicotiledóneas otras formaciones llamadas *secundarias*, destinadas á reforzar á las primeras y á multiplicar los medios de nutrición de la planta. Estas producciones secundarias, que estudiaremos más adelante á la vez que el tallo y la raiz, hacen *engrosar* al vegetal, mientras que los tejidos primarios, que se producen incesantemente al nivel de la cofia de la raíz y de la yema terminal del tallo, son agentes del *desarrollo* y de la *longitud*.

Funciones de la Raíz.

17. Demostración experimental de la absorción únicamente por los pelos. — Las raíces sirven para fijar en el suelo á la mayor parte de los vegetales. Mas su principal función consiste en sacar de la tierra el agua y las diversas substancias en disolución necesarias para el alimento de la planta.

Dadas tres jóvenes plantas de la misma especie, provistas de una raíz simple, y tres recipientes llenos de agua, cubierta con una capa de aceite para impedir la evaporación (*fig.* 36), se sumerge en el agua del primer vaso la cofia solamente

de la raíz; en el segundo la porción de raíz situada encima del manguito de pelos, y en el tercer vaso el manguito mismo. Bien pronto se comprueba que las dos primeras

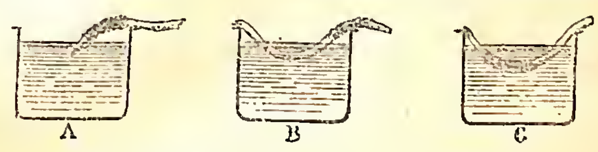


Fig. 36. — *Absorción por los pelos radiculares.*

A. Cofia sumergida. — Parte superior á los pelos sumergida. — C. Pelos sumergidos. En este último caso la planta continua viviendo.

plantas decaen, mientras que la tercera permanece vivaz, lo cual demuestra que los pelos solos son los absorbentes.

Advertencia. La absorción del agua del suelo, cargada de substancias minerales alimenticias en disolución, se verifica por *ósmosis*, es decir, por el paso del líquido menos denso, el del suelo, á través de la envoltura membranosa de los pelos absorbentes y la de las otras células de la corteza llenas de protoplasma más espeso. Hemos de advertir además que las substancias *cristaloides* disueltas en el líquido absorbido pasan fácilmente á través de las membranas celulares, mientras que las substancias *coloides*, tales como la albúmina del protoplasma, son retenidas por estas mismas membranas (véase nuestro curso de Química · *Diálisis*, pag. 453). De estos fenómenos resulta una corriente centripeta del liquido absorbido. Este líquido penetra en el cilindro central y, de allí, pasa á los vasos de la madera que le conducen, con el nombre de savia ascendente, hasta las hojas del vegetal.

Otra corriente en sentido inverso, es decir, de arriba abajo, se establece en los tubos acribillados del liber por la savia nutritiva descendente, más espesa, elaborada en las hojas y partes verdes del vegetal.

18. **Ascensión de la savia.** — Por la corriente endosmótica de que acabamos de hablar, las raíces imprimen al liquido que han tomado del suelo un movimiento ascensional que le empuja hacia el tallo.

Si al ras de la tierra se corta en primavera un joven pie

de vid y se reemplaza el tallo por un tubo de cristal bien sujeto á la raiz (*fig.* 37), se ve que la savia bruta sube poco á poco por el vaso, llenándole más ó menos, según la fuerza de la vegetación. Siendo inerte el tubo de cristal, la fuerza ascensional es comunicada por las raíces.



Fig. 37. — *Experimento de la ascensión de la savia por la sola acción de las raíces.*

19. Respiración de las raíces. — Las raices respiran como todos los organismos vivos. Absorben el oxígeno contenido en el suelo y despiden gas carbónico. Demuéstrase esto dejando durante varias horas un pedazo de raíz bajo una probeta llena de aire y reposando sobre mercurio. Hácense entonces penetrar en la probeta algunas gotas de agua de cal, la cual se ve en seguida blanquearse, prueba de la presencia de un exceso de gas carbónico. El análisis químico revela, por el contrario, la desaparición ó diminución notable del oxígeno.

Esta respiración demuestra la necesidad de laborar la tierra á fin de airearla y de no servirse más que de tiestos de arcilla porosa.

20. Acción disolvente de las raíces en las materias minerales. — Una raíz que se desarrolle en un vaso que contenga aire húmedo, al contacto de un papel azul de tornasol, le enrojece dondequiera que ella le toque. Las extremidades radicales segregan, pues, un jugo ácido capaz de atacar los carbonatos, los fosfatos y aun la sílice. Una raiz que se desarrolla en arena húmeda, al dejarla sobre el plano de mármol, le ataca y deja en él su huella. Este jugo que las raíces segregan tiene además diastasas ó fermentos capaces de disolver ó de transformar las substancias orgánicas para hacerlas absorbibles. Es por lo tanto

una especie de digestión exterior lo que se produce en torno de la raíz para facilitarle la absorción de un líquido más rico en materias minerales y orgánicas en disolución.

21. Duración de las raíces. — Con relación á su duración, las raíces son *anuales, bienales ó vivaces*. Las raices anuales no duran más que un año; ejemplo : el Trigo, la Cebada, Espuela de caballero, etc. Las raices bienales pertenecen á vegetales que, en el primer año, no dan más que hojas, y cuyas flores y frutos se desarrollan durante el año siguiente; ejemplo : la Zanahoria, la Remolacha, etc. La raíz, generalmente fusiforme, se hincha durante el primer año de reservas alimenticias, destinadas á la nutrición de la planta durante el segundo año. Raíces vivaces son las de plantas como los árboles, los arbustos, etc., que viven tantos años cuantos la planta á que pertenecen.

22. Usos domésticos de las raíces. — La mayor parte de las raices fusiformes tuberculosas (Zanahoria, Nabo, Rábano, etc.) sirven para la alimentación; de la raíz de la Mandioca, calentada á 100°, se extrae la tapioca, y de la Remolacha, el azúcar y el alcohol. La raíz del Boj es empleada en ebanistería; por último, ciertas raices como el Acónito, la Ipecacuana, el Ruibarbo, el Malvavisco, la Genciana, son utilizadas en medicina por sus propiedades de calmante, vomitivo, purgante, atemperante y tónico.

Las raíces tintóreas, la Rubia, la Cúrcuma, no son muy utilizadas hoy, pues han sido reemplazadas por colores artificiales derivados, la mayor parte, de la brea de la hulla.

RESUMEN

I. Toda planta presenta dos órdenes de funciones : 1° las *funciones de nutrición,* encargadas de asegurar la existencia del vegetal; 2° las *funciones de reproducción*, encargadas de asegurar la permanencia de la especie.

II. Un vegetal puede ser considerado como un eje dividido en dos partes : la una descendente ó subterránea que constituye la *raiz*, y la otra ascendente ó aérea que constituye el *tallo*.

III. La raiz se compone esencialmente de cinco partes : el *cuello*, el *cuerpo*, las *raicillas*, los *pelos* y la *cofia*.

IV. El manguito de pelos absorbentes permanece siempre á la misma distancia de la cofia y conserva la misma altura de dos ó tres centímetros, pues los más largos pelos, los de la parte superior, se marchitan y caen á medida que llegan á este nivel, mientras que brotan otros nuevos en la parte inferior.

V. Distínguense, según su forma, tres especies de raices : *raiz fusiforme*, *raiz fibrosa* y *raiz tuberculosa*.

VI. Las raices tuberculosas, es decir, llenas de reservas alimenticias, son fusiformes, como la zanahoria ó la remolacha, ó fasciculadas, como la de la dalia. La mayor parte de las raices tuberculosas sirven para la alimentación.

VII. Es preciso no confundir las raices tuberculosas con otros tubérculos, como las patatas y cotufas, las cuales llevan yemas y son verdaderos ramos subterráneos, llenos de principios alimenticios.

VIII. Se da el nombre de raices *adventicias* ó *aéreas* á fibras radicales que nacen del tallo de ciertos vegetales, como la hiedra, el fresal, etc.

IX. *Estructura primaria de una raiz*. — En el corte transversal de una muy joven raiz, hecho al nivel del manguito de los pelos radicales, se distinguen con ayuda del microscopio tres zonas concéntricas que son, de fuera adentro : la *Capa pilífera*, la *Corteza* y el *Cilindro central*.

X. La capa pilífera es la más exterior, y no contiene más que una sola hilera de células, cuya mayor parte se prolongan en *pelos*.

XI. La corteza, más espesa, cuyas células, en ciertas plantas, se llenan de reservas alimenticias (raices tuberculosas) comprende cuatro zonas : 1º una *capa suberosa* exterior, de una sola fila de células, destinada á formar la epidermis lisa de la corteza arriba y debajo del manguito de pelos radicales; 2º una *zona cortical externa*, que comprende un espesor de diversas hileras irregulares de células; 3º una *zona cortical interna*, formada de varias filas, regulares y concéntricas, de células; 4º la *endodermis*, constituida por una capa de células más apretadas, más resistentes, y en parte suberificadas.

XII. El cilindro central comprende una masa de tejido celular ó parenquimatoso, en el cual se observan cuatro ó cinco haces leñosos ó liberianos dispuestos con regularidad.

XIII. Cada haz leñoso ó de la madera es enteramente vascular. Su corte es triangular, de vértice exterior formado de pequeños vasos espirales y anillados, estando los vasos más gruesos punteados en la parte de dentro.

XIV. Los haces liberianos, periféricos, alternan con los de la madera. Se hallan compuestos de tubos acribillados y de fibras liberianas.

XV. El tejido celular o parenquimatoso, que rodea á los vasos leñosos y liberianos, forma tres regiones, que son de fuera adentro : 1° el *periciclo*, hilera de células adosadas á la endodermis; 2° los *radios medulares*, formados de una o varias hileras radiales de células que ligan la médula al periciclo, pasando entre los haces vasculares; 3° la *médula* central, cuando todavía subsiste.

XVI. Las *raicillas* nacen de un brote de células del periciclo, y atraviesan la corteza para salir al exterior. Por esta razón se dice que su origen es *endógeno*

XVII. Hacia la extremidad de la raiz, tres *células iniciales* superpuestas dan origen . la *inferior*, al tejido celular de la cofia y á la capa pilífera; la *media*, á la corteza; y la *superior*, al cilindro central.

XVIII. Las criptógamas vasculares no presentan más que una inicial triangular.

XIX. La función principal de las raices consiste en tomar del seno de la tierra las substancias solubles necesarias para la alimentación de la planta. Esta función, denominada *absorción*, se ejerce en las partes de la raiz principal y de las raicillas, guarnecidas de *pelos absorbentes* que hacen el oficio de *chupadores*.

XX. Una planta joven, de la cual no se sumerge en el agua más que la cofia de la raiz, ó la parte de la raiz situada encima del manguito de pelos, se marchita; mientras que permanece vivaz cuando los pelos son sumergidos : lo cual prueba que sólo ellos son los absorbentes.

XXI. Las raices respiran; absorben el oxigeno contenido en el suelo y desprenden gas carbónico. Esta función explica la necesidad de las labores para airear la tierra.

XXII. La extremidad de las raices segrega un jugo ácido y cargado de diastasas, capaz de disolver los carbonatos, los fosfatos, verdaderas substancias orgánicas, y hacerles así absorbibles.

XXIII. Las raices fusiformes tuberculosas, la zanahoria, el nabo, el rábano, etc., están destinadas á la alimentación; de la raiz de la mandioca, calentada á 100°, se extrae la tapioca, y de la remolacha el azúcar y el alcohol. Por último, ciertas raices, el acónito, el ruibarbo, la ipecacuana, el malvavisco, etc., son utilizados en medicina.

CAPÍTULO III

EL TALLO

Caracteres exteriores del tallo y de sus ramificaciones. — Estructura primaria y secundaria. — Crecimiento. — Funciones.

Tallo y ramificaciones; caracteres exteriores.

23. División de los tallos. — El *tallo*, eje de la planta, crece en sentido inverso de la raíz, se eleva en la atmósfera y sirve de sostén á las hojas, á las flores y á los frutos. Unas veces es *simple*, esto es, reducido á su eje ascendente ó *eje primario* sin división, y otras veces es *ramificado* subdividido en partes cada vez más pequeñas, designadas con los nombres de *ramas*, *ramos* y *ramillos*.

Todos los vegetales tienen tallo, menos las Talofitas.

Los tallos son *aéreos*, y se elevan más ó menos en la atmósfera, ó *subterráneos*, y se extienden por el suelo.

Los *tallos aéreos* se presentan bajo tres diferentes formas: *verticales ó derechos*, *rastreros* y *trepadores*.

La altura de los *tallos verticales* puede variar desde un centímetro apenas, como el Amargón, hasta la talla de cincuenta metros, y aun más, de los Eucaliptos de Australia. Distínguense tres principales tipos: el TRONCO de los árboles de nuestros bosques, como la Encina, el Olmo, el Fresno, el Álamo, etc; — el ESTÍPITE (*fig.* 38), tallo derecho, cilíndrico guarnecido en su cima de un grupo de hojas ordinariamente grandes entremezcladas de flores ó de frutos; — el CÁLAMO (*fig.* 39) propio de las Gramíneas. Este es un tallo, por lo general hueco interiormente, de nudos plenos, de donde parten hojas alternas y envainadoras.

Lo que caracteriza á los tallos aéreos verticales es la abundancia en el cilindro central de haces leñosos que les sirven de aparato sostenedor y les prestan rigidez.

Los *tallos rastreros* son generalmente delgados y se adhieren á la tierra por medio de numerosas raíces adventicias. Los *Estolones ó renuevos* de los *Fresales* (*fig.* 40), fijos

al suelo de distancia en distancia por raíces adventicias, son uno de los mejores ejemplos.

Los *tallos trepadores* presentan tres variedades, según que son *volubles* ó guarnecidos de *zarcillos* ó de *garfios.*



Fig. 38. — *Estipite de la palmera (datilera).*

Fig. 39. — *Caña de las gramíneas*

Los *tallos volubles* son herbáceos, blandos y flexibles. Su extremidad, durante el crecimiento en longitud, está animada de un movimiento lento y regular de oscilación que les permite enrollarse en torno de los arbustos ó de la estaca plantada como tutora para su sostén. El *Lúpulo* se arrolla de derecha á izquierda, la *Enredadera* de izquierda á derecha, y el sentido de enrollamiento es invariable en cada especie.

Como medios de sostén, otras plantas trepadoras tales como la Vid (*fig.* 41) y muchas de las Leguminosas, presentan hojas reducidas á su pecíolo, ensortijado á manera



Fig. 40. — *Fresal.*
Vástago rastrero que parte del cuello de la raiz (estolón) y produce un nuevo tallo.

Fig. 41. — *Zarcillo atador de la vid.*

de zarcillo para engancharse á los sustentáculos que encuentra.

Finalmente, como ya lo hemos visto (pág. 320), la Hiedra se adhiere á los troncos de árbol y á las murallas por medio de raices adventicias llamadas *zarcillos.*

24. Tallos subterráneos — Los tallos subterráneos, en vez de elevarse en el aire, se arrastran horizontalmente por el suelo. Distínguense de las raices, á las cuales se asemejan, porque tienen yemas que dan origen cada año á nuevos tallos aéreos. El tallo del Sello de Salomón deja, al caerse, una cicatriz en la cepa, de tal suerte que el número de cicatrices, delante de las cuales se encuentra la yema terminal, indica la edad de la planta (*fig.* 42).

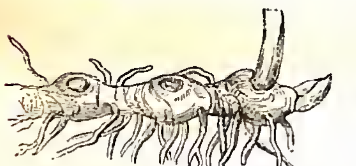


Fig. 42. — *Tallo subterraneo llamado cepa ó rizoma (Sello de Salomón).*

Estas especies de tallos están frecuentemente cubiertas de *hojas subterráneas* reducidas á simples escamas obscuras ó incoloras que les protegen. Tales escamas se observan

bien en el tallo subterráneo del carrizo de las arenas (*fig.* 43).



Fig. 43. — *Rizoma del Carrizo de las arenas.*

Fig. 44. — *Patatas.*

Los tallos subterráneos tienen además el nombre de *Cepa* y de *Rizoma*.

Por último, ciertos tallos subterráneos son tuberculosos y repletos de substancias alimenticias, como las Patatas (*fig.* 44) y las Cotufas. Otros se hinchan ó abultan por lo regular en forma de *bulbo sólido*; ejemplo : el Azafrán (*fig.* 45).

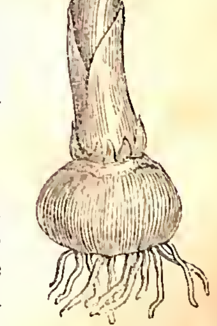


Fig. 45. — *Bulbo sólido del azafrán*

25. Cuello. — Ya sabemos que el *Cuello* es el lugar de separación del tallo y de la raíz. En la planta enteramente joven, el cuello se ajusta al ras de la zona de pelos absorbentes. Pero como al crecer, la extremidad radical, de igual manera que el manguito de pelos se hunde en la tierra, deja al descubierto la parte superior de la raiz, resulta que la distinción entre ésta y el tallo llega

á hacerse más difícil. Casi siempre, sin embargo, un ligero estrangulamiento señala esta separación, y el calibre de la raíz es menor que el del tallo.

26. Configuración del tallo. — El tallo joven de las Dicotiledóneas tiene la forma de un cono muy prolongado, cuya base se halla soldada á la raíz y cuyo vértice es aéreo. De este tallo, de sus ramos y ramillos nacen hojas. El punto de inserción de una hoja se llama *nudo*, y el intervalo comprendido entre dos inserciones inmediatamente sobrepuestas, *entrenudo*.

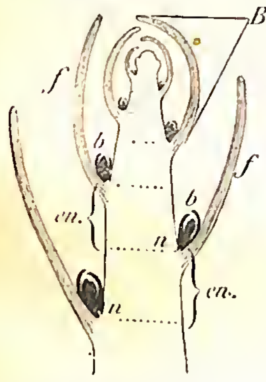


Fig. 46. — *Corte teórico longitudinal del brote terminal.*
B Yema torminal.— *b*. Yema axilar. — *n*. Nudo. — *en*. Entronudo. — *f* Hoja.

Al examinar un tallo, se ve que los entrenudos son tanto más cortos cuanto más cerca se hallan del vértice, y que de la misma manera se va reduciendo la anchura de las hojas. En el vértice, los entrenudos y las hojas se tocan, se recubren y se encajan los unos en los otros, formando así una especie de capuchón en la extremidad misma del tallo, terminada por uno ó dos pezoncitos, vestigios de nacientes hojas. Este capuchón protector, formado de hojas imbricadas es el que se llama **Yema terminal** (*fig*. 46). El tallo, los ramos y ramillos finalizan en una yema terminal.

Las ramificaciones del tallo principal, destinadas á prolongarse en ramas y ramos, nacen de la *axila de las hojas*. Entre el punto de implantación de la hoja y el tallo de donde ella sale, nace la *yema axilar*, de estructura análoga á la de la yema terminal, que poco á poco llega á ser rama ó ramo.

Los tallos suben en sentido opuesto á la dirección de la pesantez, y buscan el aire y la luz. Si durante varios días se matiene en posición inversa un tiesto que contenga una planta, bien pronto se la ve encorvarse y después enderezarse en sentido inverso á la pesantez.

Consignemos, por último, este hecho bien conocido : las hojas y los tallos flexibles de las plantas se vuelven hacia la luz, lo cual se llama *Fototropismo*.

27. **Crecimiento del tallo en longitud.** — Si, como ya lo hemos hecho para apreciar el crecimiento de la raíz en longitud, se marca en un tallo joven, á partir de su vértice, una división centimétrica con barniz negro, se comprueba, después de algunos días, que el crecimiento en largura se ha verificado principalmente en los últimos centímetros.

Dividiendo en seguida el primer centímetro en diez milímetros, se les ve á éstos agrandarse diariamente hasta que es comprendido el primer milímetro. Por esta razón se dice que el desarrollo del tallo en longitud es *terminal;* mientras que el de la raíz es *subterminal*, no agrandándose la región inmediata de la cofia.

Estructura del tallo.

28. **Estructura primaria.** — Para estudiar la estructura primaria de un tallo muy joven, hácese un delicado corte en su parte media, y, al examinarle con una lente de gran potencia ó con un microscopio, se distinguen, como en la raíz, tres zonas bien marcadas: 1° la *Epidermis*; — 2° la *Corteza*; — 3° el *Cilindro Central* (*fig.* 47).

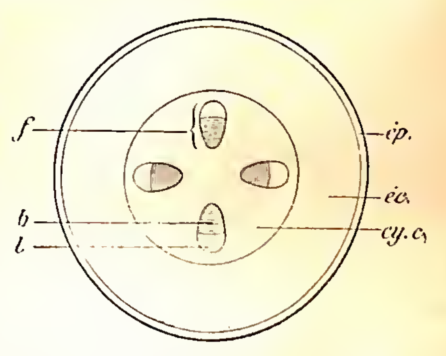


Fig. 47. — *Corte transversal de un tallo joven en su parte media.*

ép. Epidermis. — *éc.* Corteza. — *cy.c.* Cilindro central. — *l.* Líber — *b.* Madera. — *f.* Haz libero-leñoso.

1° Epidermis. — La *Epidermis e* (*fig.* 48) está formada de una capa de células fuertemente apretadas unas contra otras, desprovistas de clorofila, endurecida y *cutinizada* exteriormente. Es punteada, con intervalos variables, de pequeños *estomas*, permeables al aire atmosférico, cuya estructura estudiaremos al tratar de las hojas. Á veces está además cubierta de pelos, pero que no son absorbentes, y por lo tanto se diferencian completamente de los de la raíz.

2° Corteza. — La *Corteza E*, compuesta de un tejido celular más ó menos espeso, presenta, como la de la raíz, dos zonas corticales : la una externa *c*, rica en clorofila; la otra interna *c'*, cuyas células están desprovistas de

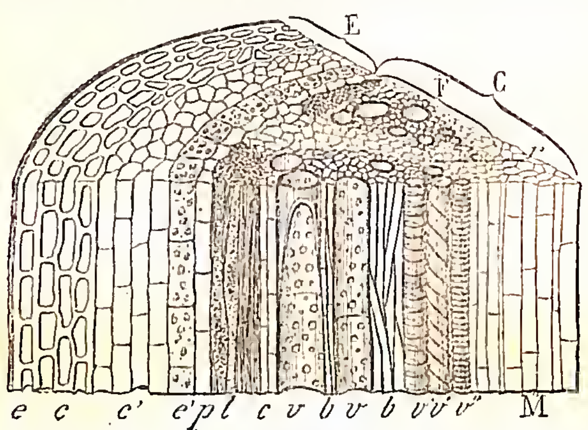


Fig. 48. — *Corte transversal y longitudinal de un reciente tallo dicotiledóneo.*

E. Corteza.

e. Epidermis con estomas.
c. Capa cortical externa con clorofila.
c'. Capa cortical interna.
e'. Endodermis.

C. Cilindro central.

F. Haz libero-leñoso.
l. Fibras del líber y tubos acribillados.
ca. Cambium.
v, *v'*, *v''*. Vasos punteados, espirales, anillados.
b. Fibras de la madera.

M. Médula.
r. Radio medular.
p. Periciclo.

clorofila. La capa celular completamente interior, más densa, pero cuyas células no ofrecen sin embargo superficies lisas y suberificadas, como en la raíz, constituye con todo una *endodermis c'*. Por lo común, las células de esta endodermis están llenas de granos de almidón.

3° Cilindro central. — En el *Cilindro central C* es donde son más acentuadas las diferencias con la raíz. En vez de alternar, los haces liberianos están colocados afuera y en el prolongamiento de los haces vasculares de la madera; y, como están todos reunidos, constituyen los haces *libero-leñosos F*. Los haces leñosos, internos y triangulares, dirigen su vértice hacia la médula. Los pequeños vasos anillados y espirales *v'*, *v''* rellenan este vértice, y los

grandes vasos punteados *v* se hallan á la parte exterior: disposición inversa á la de la raiz.

Adviértese, además, en la madera de los tallos: 1º haces de fibras lignificadas *b*, *b*, intercaladas en los vasos; 2º entre la madera y el líber, una zona de tejido celular independiente de ambos, llamada *Cambium ca*, cuyo papel, de mucha importancia para las formaciones secundarias y crecimiento en grosor de la planta, estudiaremos más adelante.

Los haces liberianos *l*, compuestos de tubos acribillados, no difieren de los de la raíz más que por su mezcla con fibras liberianas en mayor abundancia.

El tejido celular ó parenquimatoso, que rellena el cilindro central, se divide, como en la raíz, en tres regiones: 1º el *Periciclo p* exterior, colocado contra la endodermis; 2º los *Radios medulares r*, que pasan por entre los haces libero-leñosos y unen la médula con el periciclo; 3º la *Médula central* M.

Las ramificaciones nacen de yemas situadas en la axila de las hojas. La yema axilar proviene exclusivamente de la multiplicación de una célula inicial epidérmica reforzada por una célula cortical superficial adyacente. Por esta razón se dice que el origen de las ramas es *exógeno*, en oposición al de las raicillas, que es *endógeno* (véase p. 323). La epidermis lisa de los ramos continúa sin saliente con la epidermis del tallo, mientras que cada raicilla presenta un rodete en el sitio por donde ella ha perforado la raíz primitiva.

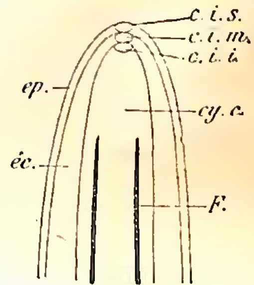


Fig. 49. — *Células iniciales de la región de la yema terminal en las fanerógamas.*

F. Haz libero-leñoso. — *ép.* Epidermis — *éc.* Corteza. — *cy. c.* Cilindro central. *c.i.s.* Célula inicial superior. *c.i.m.* Célula inicial media. *c.i.i* Célula inicial inferior.

29. Estructura de la región de la yema terminal. — El corte longitudinal de una yema terminal nos muestra, valiéndonos del microscopio, que está formada de un tejido celular uniforme, ó meristemo, cuyo punto de partida son tres *células iniciales* que dan origen por su precoz multiplicación · la *inicial superior*, á la epidermis;

la *inicial media*, á la corteza; y la *inicial inferior* al cilindro central (*fig.* 49).

En las Criptógamas vasculares sólo se halla una célula inicial, más gruesa y de forma triangular.

30. Estructura del Cuello. — Los haces liberianos suben directamente de la raiz al tallo. Respecto á los vasos de la madera, experimentan al nivel del cuello una especie de torsión que hace que los grandes vasos punteados, internos en la raiz, lleguen á ser externos en el tallo, y que los pequeños vasos espirales, externos en la raiz, pasen á ser internos en el tallo (*fig.* 34 y 48).

Funciones del tallo.

31. Múltiples funciones del Tallo. — Las funciones del tallo son cuatro :

1º Destinado á sustentar las hojas, las flores y los frutos, el tallo es rico en fibras lignificadas ó de sostén.

2º Los vasos de la madera conducen hasta las hojas el liquido que las raices toman del suelo, designado con el nombre de *savia ascendente*.

3º Los tubos acribillados del líber, colocados entre la corteza y la albura, conducen hacia las partes inferiores del vegetal, hasta la raiz, la *savia descendente*, muy rica en materias alimenticias. Para demostrar esto, quitese en un árbol joven una rodaja de corteza y de liber, y se le verá bien pronto sudar de la incisión circular superior una savia espesa, y concretarse allí á manera de rodete que se abulta durante muchos dias, mientras que la incisión circular inferior se cicatriza rápidamente.

Los tallos en general, pero especialmente los tallos subterráneos, llegan de esta manera, por la acumulación de savia, á ser con frecuencia verdaderas reservas de substancias alimenticias para los tiernos vástagos que de ellos nacen. El parenquima de la Caña de azúcar se llena de materias azucaradas; y los tubérculos de la Patata y de la Cotufa hínchanse de fécula.

4º Las partes verdes de los tallos transpiran, respiran y se asimilan clorofila. Más adelante trataremos de estas importantes funciones al estudiar las hojas, que son sus órganos principales.

32. **Usos de los tallos.** — Los usos para que el hombre se ha valido de los tallos de los vegetales son numerosos en extremo :

1º *Para la alimentación* utiliza las Patatas, las Cotufas y el azúcar de Caña;

2º *Para la construcción y la ebanistería*, los troncos de diferentes árboles proporcionan maderas de cualidades diversas ;

3º *Para el fuego*, las maderas ligeras, como el Abedulillo y el Álamo, dan su viva llama;

4º *Para el vestido*, se emplean las fibras textiles de los tallos del Lino y del Cáñamo;

5º Por último, de las incisiones hechas en la corteza de diversas plantas sácase la trementina, el caucho, la gutapercha, y muchas clases de gomas como la mirra y el incienso.

SUPLEMENTO
al estudio de la estructura del tallo y de la raiz.

FORMACIONES SECUNDARIAS DEL TALLO.

33. **Crecimiento en grosor del tallo de una planta.** — Hasta ahora no hemos descrito más que el desarrollo de una planta en longitud por sus formaciones primarias : crecimiento *terminal*, al nivel de la yema terminal, y crecimiento *subterminal* en la parte de la extremidad de la raiz que confina inmediatamente con la cofia. Vamos á mostrar ahora cómo el vegetal engrosa por formaciones secundarias leñosas, liberianas y corticales.

Estas formaciones, llamadas secundarias, suceden rápidamente á los tejidos primarios, á los cuales hacen retroceder hacia afuera y hacia dentro. Nacen de dos capas generadoras : la una *intraliberiana*, denominada *Cambium*, situada entre los haces del liber y los de la madera; y la otra *extraliberiana*, que se halla en la corteza (*fig.* 50).

34. **Cambium ó capa generatriz intraliberiana.** — Las células del cambium *ca* (*fig.* 48), *a. i.* (*fig.* 50) son análogas á las del tejido celular del cilindro central. Forman una zona

de incesante actividad, desde primavera á otoño, entre el liber y la madera. Sus células externas dan origen por escisiparidad á otras células á propósito para transformarse en fibras lignificadas y en vasos de la madera. Estas *producciones secundarias* hacen retroceder hacia fuera al liber primario y hacia adentro á la madera primaria. Generalmente la formación del liber y de la madera secundarios no se extiende en anillo completo; y los intervalos, más ó menos reducidos, entre los haces liberoleñosos, son rellenados por *radios medulares secundarios*.

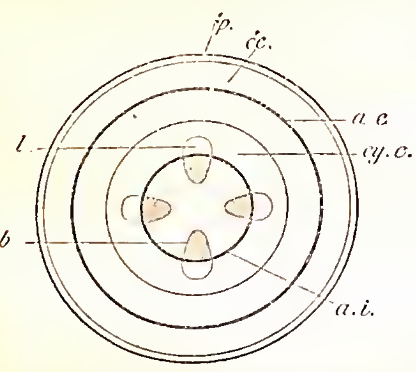


Fig. 50. — *Figura teórica que demuestra las dos capas generadoras interna y externa de un tallo.*

ép. Epidermis. — *éc.* Corteza — *cy. c.* Cilindro central. — *l.* Liber. — *b.* Madera. — *a.i.* Capa generatriz interna. — *a.e.* Capa generatriz externa.

35. Madera de primavera y de otoño; edad de un árbol dicotiledóneo. — Examinando con lente una finísima lámina de madera, cortada transversalmente de un árbol dicotiledóneo (*fig.* 51), se ve en una misma hilera una

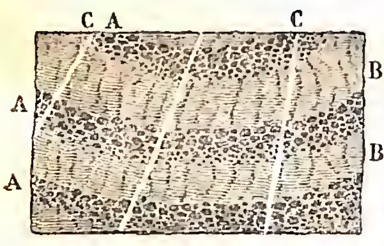


Fig. 51. — *Delgada laminilla de una rama de árbol, vista con una lente.*

A. Madera de primavera. — B. Madera de otoño. — C. Radios medulares.



Fig. 52. — *Corte transversal de una rama de encina.*

serie de pequeños agujeros que son formados por la sección de los vasos de la madera, conductores de la savia; después, entre dos de tales hileras, se nota una parte más obscura de madera compacta y sin vasos. La región de la madera acribillada de orificios se forma en primavera, y la otra en otoño. De esta disposición, debida á los diferentes matices de la madera de primavera (más clara) y de la madera de otoño (más sombría), resulta la creación de estas zonas concéntricas, cuyo número corresponde exactamente á la edad del árbol.

Mirando atentamente el corte transversal de una rama de encina, vemos (*fig.* 52) en el centro un tejido blando, de forma estrellada : es la *médula*, abundante en los tallos jóvenes, pero que se va atrofiando más y más á medida que la rama envejece, y acaba por desaparecer. Después, en torno de la médula, percíbense zonas concéntricas. Las más internas, más viejas, más compactas, más duras y de color más obscuro, constituyen el CORAZÓN DE LA MADERA. Las más externas, más húmedas, menos resistentes y más jóvenes, forman la ALBURA. Por último, los radios medulares se señalan por el color claro y van desde el centro á la periferia.

36. Corte transversal y longitudinal del tronco de una palmera (monocotiledónea). — En el corte transversal de un estipite de Palmera se observa, en lugar de capas circulares y concéntricas encajadas unas en otras, una masa voluminosa de tejido celular, en medio de la cual se hallan diseminados sin orden haces leñosos, tanto más numeroses y apretados cuanto más cerca están de la circunferencia (*fig.* 53).

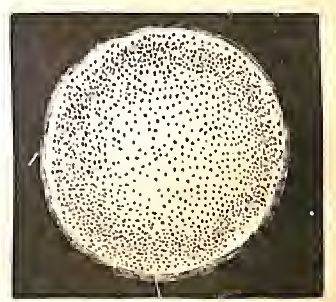


Fig. 53 — *Corte transversal de un estipite.*

Un corte longitudinal muestra estos mismos haces en sentido de su largura (*fig.* 54), viéndoseles partir de la raiz para terminar en las diversas hileras de hojas. Los más viejos, que van á las hojas decadentes, ocupan el centro; y los más jóvenes, que suben hasta el

vértice del estipite á las hojas lozanas, ocupan la periferia.

La corteza, muy delgada, está generalmente protegida por hojas envainadoras y por la *borra* ó pelote que resulta de los restos de las antiguas hojas, como en la Palmera.



Fig. 54. — *Corte teórico longitudinal de un estipite.*

37. Capa generadora externa ó extraliberiana. — Esta segunda capa generadora, análoga á la precedente, pero situada fuera del líber, en el espesor de la corteza, provee á su desarrollo y á su reparación. Por la multiplicación de sus células externas, las cuales se suberifican, esta capa generatriz suministra el *corcho* protector de la planta, y puede adquirir un gran espesor, como en el Alcornoque de Argelia.

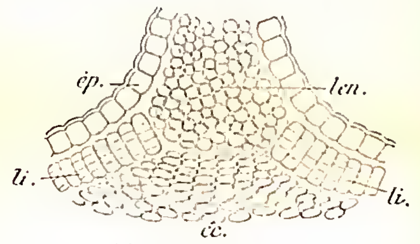


Fig. 55. — *Lenticula.*
ép. Epidermis. — *li.* Corcho. — *éc* Corteza. — *len.* Lenticula.

Por la multiplicación de las células internas produce esta misma capa las células de la corteza, llenas al principio de granulaciones clorofiladas, que desaparecen cuando estas células son reemplazadas, á medida que envejecen, por otras más jóvenes en la zona profunda de la corteza.

Siendo el corcho impermeable al gas, determinaría la asfixia de la planta si no presentase aberturas, llamadas *Lenticulas*, permeables al aire. Las lenticulas, situadas en frente del agrandado orificio de los estomas son conjuntos de células redondas, de pared delgada, separadas unas de otras por numerosos meatos ó pequeños espacios lacuna-

rios, que permiten al aire exterior llegar hasta las células profundas de la corteza, las cuales pueden de este modo respirar. Completamente desarrolladas, las lentículas forman por lo común capas lenticulares en la superficie de la corteza (*fig.* 55).

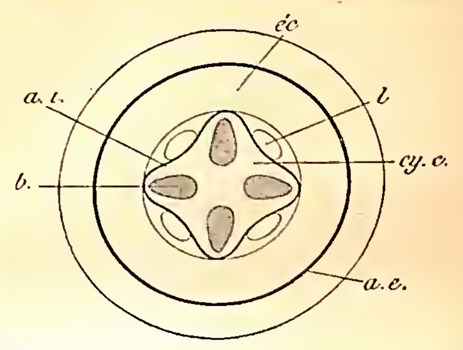


Fig. 56. — *Capas generadoras interna y externa de una raiz.*

éc. Corteza. — *cy. c.* Cilindro central. — *l.* Liber. — *b.* Madora. — *a. i.* Capa generadora intraliberiana. — *a. e.* Capa generadora extraliberiana.

38. Desarrollo en grosor de la raíz por sus formaciones secundarias. — La raiz, poco tiempo después de la formación de los tejidos primarios, presenta, de igual modo que el corcho, dos capas generadoras : la una interna, análoga al cambium, y la otra externa ó liberiana, á la parte de afuera del liber, en el espesor de la corteza.

La capa generatriz interna comienza en una serie de arcos formados por células que se desarrollan por delante y en el interior de los haces del líber. Luego, arcos análogos se constituyen fuera y delante de la madera. Como los haces liberianos y leñosos no se hallan opuestos sino que alternan en la raíz, resulta de aquí que la zona de cambium nuevamente creada por la unión de los arcos generadores, es al principio sinuosa (*fig.* 56), dejando al líber fuera y á la madera dentro. Pero no tarda en hacerse circular. Esta capa generatriz produce, entonces, cada año una zona de madera secundaria en la parte interior y otra zona de líber secundario en la parte exterior

La madera secundaria difiere de la madera primaria, exclusivamente compuesta de vasos, en que contiene muchas fibras lignificadas mezcladas con gruesos vasos punteados. El líber secundario es igualmente más rico en fibras liberianas que el líber primario.

La capa generatriz extraliberiana da, como en el corcho,

una zona suberificada, especie de corcho en la parte externa, y células corticales en la parte interna.

La situación alterna de los haces del liber y los de la madera, y la presencia de vasos punteados en el centro mismo de la raiz, contra el estuche medular que no existe más que como vestigio, son los mejores signos para distinguir una raíz de un tallo, cuando es viejo.

El grosor de la raíz tiene por objeto asegurar la solidez del vegetal, á medida que se desarrolla en altura, asi como multiplicar sus medios de absorción, para que pueda tomar mayor cantidad de liquido en el suelo.

RESUMEN

I. El tallo, parte central de la planta, se eleva hacia la atmósfera en sentido inverso de la raiz, de la cual está separado por el *cuello*.

II. Los tallos se dividen en *aéreos* y *subterráneos*.

III. Los tallos aéreos son *derechos* ó verticales (Tronco, Estipite y Caña), *rastreros* (Estolones de los fresales), y *trepadores*. Estos últimos, generalmente herbáceos, son *volubles* (lúpulo, albohol) ó guarnecidos de *zarcillos* ó de *garfios* (leguminosas, hiedra).

IV. Los tallos subterráneos comprenden el *Rizoma* (sello de Salomón, carrizo), que se arrastra por el suelo; el *Tubérculo* (patata, cotufa), y el *Bulbo* (azafrán).

V. Un tallo joven presenta en su vértice una *yema terminal*, compuesta de pequeñas hojas imbricadas. Lleva hojas, cuyo punto de inserción se llama *nudo*. El *entrenudo* es el espacio comprendido entre dos nudos inmediatamente superpuestos. Las ramificaciones del tallo nacen de una *yema axilar* colocada en la axila de una hoja.

VI. Al contrario de las raices, los tallos se dirigen en sentido inverso de la pesantez. Buscan el aire y la luz.

VII. El tallo se desarrolla en longitud por su yema terminal. Por esta razón se dice que su crecimiento es *terminal*, y no *subterminal* como el de la raiz.

VIII. *Estructura primaria de un tallo*. — El corte transversal en la parte media de un tallo muy joven, comprende tres zonas : 1° la *Epidermis*; 2° la *Corteza*; y 3° el *Cilindro central*.

IX. La *Epidermis* está formada por una capa de células endurecidas y *cutinizadas*, sin clorofila. Está provista de pequeñas aberturas llamadas *Estomas* y algunas veces de pelos absorbentes.

X. La *Corteza* comprende dos regiones de células : zona externa, rica en clorofila, y zona interna desprovista de ella. La capa más interna de células, no plegadas como en la corteza, forma la *Endodermis*. Las células de la endodermis contienen frecuentemente granos de almidón.

XI. En el *Cilindro central*, los haces del líber y de la madera se hallan adosados, el líber por la parte de afuera, en lugar de alternar como en la raiz. Constituyen por lo tanto haces libero-leñosos. Los haces leñosos muestran, en su corte, el vértice compuesto de pequeños vasos imperfectos, anulares y espirales, dirigido al interior, hacia la médula. Los gruesos vasos perfectos, llamados punteados, están afuera, disposición inversa de la de la raiz.

XII. El tejido celular ó parenquimatoso del cilindro central se divide en tres regiones : 1° el *Periciclo*, exterior y colocado contra la endodermis; 2° los *Radios medulares*, que van por entre los haces libero-leñosos desde la médula al periciclo; 3° la *Médula* central.

XIII. Las ramificaciones del tallo nacen de la corteza y son *exógenas*.

XIV. El crecimiento de la yema terminal proviene de tres *células iniciales* : la *inicial superior*, para la epidermis; la *inicial media*, para la corteza; y la *inicial inferior*, para el cilindro central.

XV. *Funciones de los tallos* : 1° sostienen las hojas, las flores y los frutos; 2° los vasos de la madera sirven para conducir la savia ascendente; 3° los vasos del líber para conducir la savia descendente: 4° los tallos subterráneos y tuberculosos se llenan de reservas alimenticias.

XVI. Por sus partes verdes, los tallos transpiran, respiran y se hacen aptos para la asimilación clorofiliana, como las hojas.

XVII. Los tallos de los vegetales sirven para la alimentación (espárragos, patatas, caña de azúcar, etc.); para la construcción y la ebanistería; para el fuego; para confeccionar tejidos con sus fibras textiles (lino y cáñamo), y para proporcionarnos diversos productos, como el caucho, la gutapercha, etc.

XVIII. Formaciones secundarias del tallo. — Sirven para el desarrollo en grosor de la planta y reemplazan muy rápidamente á las formaciones primarias, á las cuales separan y suprimen en parte en las plantas dicotiledóneas.

XIX. Estas formaciones secundarias nacen de dos capas de células generatrices : la una interna ó *intraliberiana*, llamada también *Cambium*, y la otra externa ó *extraliberiana*.

XX. La capa intraliberiana ó Cambium, formada de una zona de células generatrices situada entre el liber y la madera, produce : por su cara externa, liber secundario, y por su cara interna, madera secundaria formada de fibras lignificadas y de gruesos vasos punteados.

XXI. Las formaciones secundarias difieren generalmente por la abundancia de fibras liberianas y fibras lignificadas. Las formaciones primarias son, en efecto, casi por completo vasculares.

XXII. La capa generatriz interna funciona desde la primavera al otoño. La madera de primavera, más rica en vasos es más clara. La de otoño, más rica en fibras y más compacta, es más obscura. Esta diferencia de color forma líneas concéntricas que permiten por su número apreciar la edad de un árbol en el corte del tronco, respecto á los dicotiledóneos

XXIII. La capa generatriz externa ó extraliberiana provee el corcho en la parte de fuera y las células de la corteza por la parte interior. Las *Lenticulas* están constituidas por conjuntos de células redondeadas que dejan entre sí meatos para la circulación del aire; se hallan situadas enfrente de los estomas agrandados, y permiten, por lo tanto, á las células de la corteza respirar, ya que el corcho es impermeable al aire.

XXIV Encuéntranse en la raiz dos capas generatrices análogas á las del tallo y desempeñan las mismas funciones que éstas. La capa generatriz interna es al principio sinuosa, por pasar entre el liber y la madera, que alternan entre si, y llega después á ser circular.

XXV. Diferencias del tallo y de la raiz.

TALLO.	RAIZ.
Hojas.	*Pelos.*
Epidermis provista de estomas.	Epidermis sin estomas, provisto de pelos absorbentes.
Crecimiento de abajo arriba.	Crecimiento de arriba abajo.
Origen exógeno de las ramas.	Origen endógeno de las raicillas
Carece de cofia.	Cofia
Haces liberoleñosos de madera por dentro y de liber por fuera.	Haces alternantes de madera y de liber.
Grandes vasos punteados de la madera por fuera, y pequeños vasos espirales y anulares por dentro	Pequeños vasos espirales y anulares de la madera por fuera, y grandes vasos punteados por dentro.
Crecimiento terminal	Crecimiento subterminal.

CAPÍTULO IV

LA HOJA

aracteres exteriores de las hojas. — Estructura.
Crecimiento. — Funciones.

Caracteres exteriores de las Hojas.

39 Caracteres de una hoja. Limbo, Pecíolo y Nervuras, Vaina. — Todos los vegetales, excepto los más inferiores — las Talofitas — están provistos de hojas.

Las *hojas* son órganos importantes en extremo para la nutrición de los vegetales; son los principales agentes de la transpiración, de la respiración y de la asimilación en las plantas.

Ordinariamente de color verde, las hojas se presentan á la vista bajo la forma de láminas delgadas, de simetría bilateral, sostenidas horizontalmente por los tallos y los ramos. Las hojas están constituídas por el desplegamiento de haces de fibras que forman una red cuyas mallas están repletas de células llenas de una materia granulosa, verde, llamada **clorofila**, que les da el color.


Fig 57. — *Ruibarbo.*

Una hoja completa se compone de cuatro partes : 1º el *Limbo* a porción verde y aplanada de ló hoja, — 2º el *Pecíolo*, que forma una especie de cola que ata la hoja al tallo ó á los ramos; — 3º las *Nervuras*, que resultan del pecíolo, salientes en especial por la parte de abajo, donde se subdividen en una fina redecilla, especie de esqueleto de la hoja, visible siempre al trasluz; — 4º la *Vaina*, alargamiento de la extremidad del pecíolo ó de la base misma de la hoja, la cual envuelve más ó menos al tallo para protegerle.

Las grandes hojas del *Ruibarbo* (*fig.* 57), planta comestible y medicinal á la vez, presentan estos cuatro caracteres

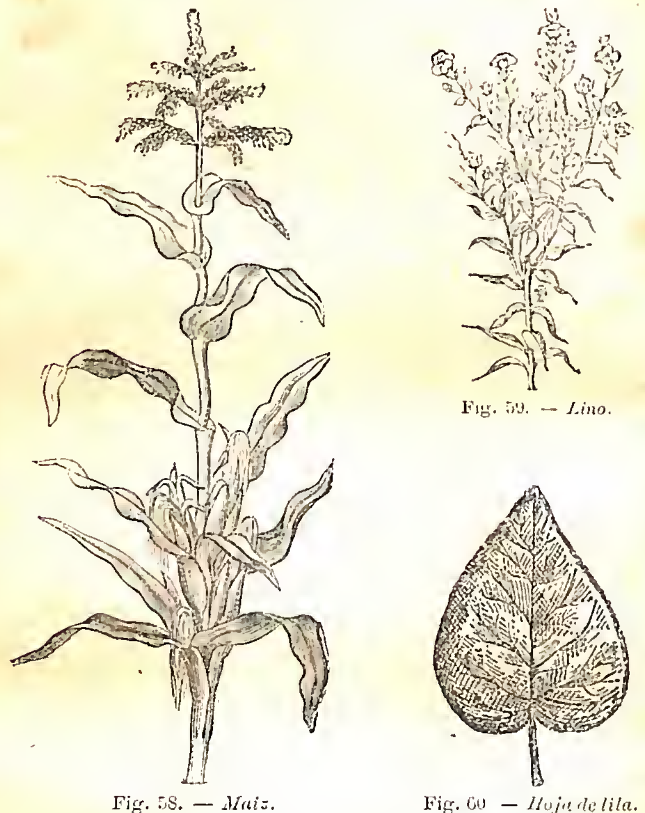


Fig. 59. — *Lino.*

Fig. 58. — *Maiz.*

Fig. 60 — *Hoja de lila.*

juntos : las hojas de los cereales (*fig.* 58) son igualmente envainadoras, pero están desprovistas de peciolo.

Muy raramente poseen las hojas las cuatro partes que acaban de ser descritas. Acabamos de ver que falta el pecíolo en la hoja de los cereales. Con frecuencia faltan juntamente el pecíolo y la vaina, y entonces la hoja es llamada *sesil*, por ejemplo : el Alelí, el Lino (*fig.* 59) ; ó bien la hoja es tan sólo peciolada y no envainadora, como, por

ejemplo : la Lila (*fig.* 60), el Abedulillo, y el Olmo, etc.

Por último, hasta el mismo limbo puede desaparecer, aunque mucho más raramente, como se observa en los *zarcillos* que sirven para sostenerse á las plantas trepadoras, y no son más que hojas reducidas á su peciolo. Los zarcillos existen en muchas leguminosas, los Guisantes (*fig.* 61) y las Judias, por ejemplo.

Se ven frecuentemente en la base del peciolo dos pequeñas láminas verdes, por lo general de forma lanceolada, llamadas *estipulas*, y se distinguen de las hojas por la inserción, por lo menos parcial, de su limbo en el tallo. Mencionaremos las estipulas del Rosal, las de los pequeños guisantes (*fig.* 62) y de la Arveja, que son muy desarrolladas.



Fig. 61. — *Zarcillos de los guisantes enanos de América.*



Fig 62. — *Estipulas y zarcillos del guisante cultivado.*

40. Nervuras de las hojas. — Las nervuras forman la finísima y muy delgada red que vemos al mirar una hoja al trasluz. Con frecuencia se encuentran en invierno hojas podridas, reducidas á sus nervuras, las cuales representan un fino encaje, cuyo parenquima celular ha sido destruído por el *bacilo amylobacter*, el mismo que separa las fibras del lino en la operación del enriamiento: Las nervaduras más gruesas resaltan en la cara inferior de las hojas. Llenas de vasos, que son la continuación del peciolo, sirven para conducir la savia ascendente á las células del tejido de la

hoja, para que allí pierda agua y se enriquezca de carbono, como lo veremos más adelante.

Las hojas han sido clasificadas, según la disposición de sus nervuras, en hojas *uninervadas* (una sola nervura : Pino, Abeto); hojas *rectinervadas* (nervuras longitudinales paralelas : Monocotiledóneas); hojas *penninervadas* (nervuras secundarias en forma de dientes de peine por cada lado de una nervura principal : Castaño, Olivo); y hojas *palminervadas* (nervuras principales divergentes á partir del peciolo : Lúpulo, Vid, Hiedra).

41. Formas diversas de las hojas. — Las hojas son *simples ó compuestas*. Las hojas *simples* son aquellas cuyo limbo es de una sola pieza, como en la Lila, el Alelí, etc. Las hojas *compuestas* son aquellas cuyo limbo se divide en diversas piezas distintas llamadas *foliolas*.

Las **hojas simples** se llaman : *enteras*, cuando su limbo presenta un contorno completamente regular, por ejemplo :





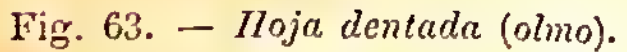


Fig. 63. — *Hoja dentada* (*olmo*).

Fig. 64. — *Hoja lobada* (*encina*).

la Lila (*fig.* 60); *dentadas*, cuando su contorno está limitado por pequeños escotes, por ejemplo : el Olmo (*fig.* 63), el Haya, el Álamo; y *lobadas*, cuando los cortes del limbo son menos numerosos, pero más profundos, por ejemplo : la Encina (*fig.* 64), la Hiedra.

La forma general de las hojas simples varía hasta lo infinito. Son redondas, ovales, lineales, en forma de flecha, como en la Sagitaria, ó en forma de escudo, como se ve en las hojas de la Capuchina, debajo y en el centro de las cuales va á insertarse el pecíolo.

Las **hojas compuestas**, de las cuales cada foliola es un fragmento del limbo total de la hoja, presenta dos formas diferentes, según que las foliolas están dispuestas simétricamente á cada lado de un pecíolo común, como las barbas



Fig. 65. — *Hoja pennada de la falsa acacia.*



Fig. 66. — *Hoja palmeada del castaño.*

de una pluma, ó se hallan implantadas á la extremidad de un mismo pecíolo. En el primer caso se llaman *compuestas pennadas*, por ejemplo, la hoja de la Falsa Acacia de nuestros jardines (*fig.* 65); y en el segundo caso, *compuestas digitadas* ó *palmeadas*, por ejemplo : la hoja del Castaño de Indias (*fig.* 66).

42. Posición de las hojas en el tallo — Relativamente á su disposición en el tallo ó en los ramos, las hojas son *alternas*, *opuestas* ó *verticiladas*.



Fig 67. — *Hojas alternas.*

Las **hojas alternas** (*fig.* 67) son aquellas cuyos puntos de inserción, los cuales se suponen unidos entre sí por una línea continua, describen en el tallo una espiral, que es la misma en cada especie. Entre dos hojas insertadas en la misma línea vertical del tallo, que se cuentan de arriba abajo, existe siempre el mismo número de hojas. Las hojas alternas se encuentran en infinidad de plantas : el Lino, el Avellano, la Encina.

Las **hojas opuestas** (*fig.* 68) son las que nacen dos á dos, una frente á otra y á la misma altura, por ejemplo : la Salvia, el Clavel, la Lila, el Fresno, etc.

Las **hojas verticiladas** (*fig.* 69) forman en torno del tallo

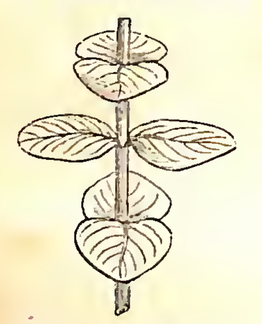


Fig. 68. — *Hojas opuestas.*

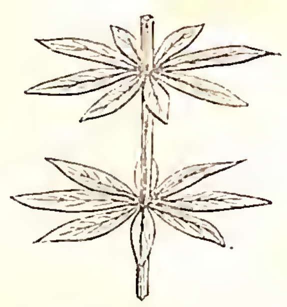


Fig. 69. — *Hojas verticiladas.*

anillos compuestos de tres, cuatro, cinco, seis ó más hojas; ejemplos : la Adelfa, la Rubia, etc.

43. Modificaciones de la forma de las hojas, según el medio y según su función. — La forma de las hojas se modifica según el medio en que se desarrollan, es decir, según sean aéreas, como las que acabamos de estudiar, ó subterráneas ó acuáticas. Las hojas se adaptan además, tomando una forma apropiada, á la función especial que han de llenar : cuando llegan á ser simples órganos de protección; cuando sirven de lazo de atar á las plantas trepadoras, ó cuando se transforman en órganos de aprehensión.

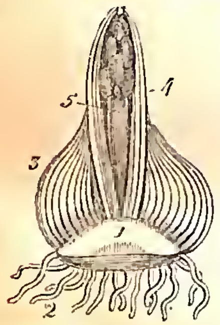


Fig. 70. — *Bulbo de túnicas del jacinto.*

1. Corona. — 2. Raiz. — 3 Escamas. — 4. — Hojas. 5. Ramo aéreo rudimentario con sus flores.

Hojas subterráneas : Bulbos. — Las *hojas subterráneas* se reducen á simples escamas obscuras ó incoloras, especie de hojas atrofiadas que envuelven y protegen al tallo subterráneo. Obsérvanse estas escamas en el rizoma ó tallo subterráneo del carrizo (*fig.* 43) y en el bulbo sólido del azafrán (*fig.* 45).

El Bulbo (*fig.* 70) es un órgano subterráneo, tipo de una planta en miniatura. La *corona* es un verdadero tallo que tiene escamas ú hojas rudimentarias en su cara superior, con raíces en su cara inferior. En el centro de las hojas hay un eje, prolongamiento de la corona, que por lo común termina en flores apenas formadas.

El bulbo es de túnicas, cuando las hojas ó escamas encájanse unas en otras y se recubren completamente, como en la Cebolla y en el Jacinto (*fig.* 70).

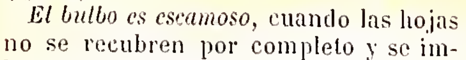


Fig. 71. — *Bulbo escamoso de la azucena.*

El bulbo es escamoso, cuando las hojas no se recubren por completo y se imbrican como las tejas de un tejado. Tal es el bulbo de la azucena (*fig.* 71).

Las hojas de la mayor parte de los bulbos son gruesas y rellenas de reservas alimenticias para la nutrición de la planta que de allí ha de nacer; así, muchos bulbos, como la Cebolla, el Ajo, el Chalote, la Cebolleta, son comestibles. De los bulbos del Azafrán y de la Esquila ó Cebolla albarrana se sacan productos medicinales.

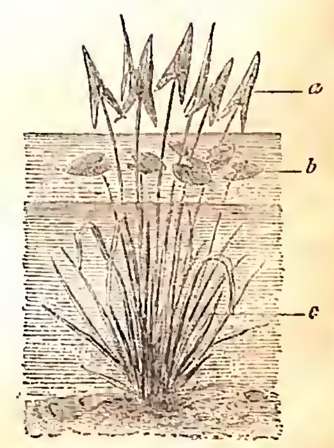


Fig. 72. — *Sagitaria*

a. Hojas aéreas en forma de flecha. — *b* Hojas flotantes ovaladas. *c.* Hojas sumergidas en forma de lacinias

Hojas acuáticas. — Las hojas acuáticas flotantes, como las de los Nenúfares, son ovales ó redondas; las hojas sumergidas son, por el contrario, muy largas y delgadas á manera de finas lacinias.

El más notable ejemplo de estas modificaciones de la forma de las hojas, según el medio que ocupan, es el que ofrece la *Sagitaria* ó *Flecha de agua* (*fig* 72), planta acuática en la cual se encuentran

tres especies de hojas : 1º hojas aéreas, en forma de saetas; 2º hojas flotantes, ovales, muy análogas á las de los Nenúfares; 3º hojas sumergidas, alargadas en forma de lacinias.

Cuanto más se avanza hacia los países cálidos, más decrece la altura y tiende á acercarse al nivel del mar, y más variada y lujuriante es la vegetación.

Advertencia. — Tal planta, esbelta en el llano, se achaparra y se reduce á un simple manojo de hojas cerca



Fig. 73. — *Hoja compuesta del rosal, con sus estípulas situadas en la base del peciolo.*



Fig. 74. — *Berberis.*

de la cumbre de la montaña. En los países cálidos y secos hay otras plantas, como los Cactos y los Aloes, los cuales tienen tallos y hojas muy carnosos, que almacenan mucha agua en su jugo celular para resistir á la sequia. Por último, en el interior de la simiente se halla el embrión provisto de una ó dos hojitas llamadas cotiledones, de los cuales volveremos á tratar más adelante.

Modificaciones de las hojas según la función. — La forma y estructura de las hojas se modifican según sus funciones : órganos de protección, se ensanchan en *vaina*, se transforman en *estipulas* (*fig* 73); véase pag. 349), en *espinas*, en *escamas* imbricadas que rodean á las yemas; órganos de sostén, se alargan en *zarcillos*; reservas alimenticias, se engruesan en *escamas aglomeradas* que constituyen

bulbos; órganos de aprehensión en las plantas carnívoras, se hallan dispuestas á propósito para asir una presa.

Las *espinas*, órganos de defensa de las plantas, no son más que ramos, pecíolos ó estípulas atrofiados y endurecidos. Las espinas de las hojas del Acebo, del Berberís (*fig.* 74), y de las Acacias contienen vasos. Distínguense, por lo tanto, de los aguijones de los Rosales y de las Zarzas, simples excrecencias epidérmicas que fácilmente se las desprende sin causar desgarro.

Las *urnas ó ascidias* del Nepantes con su opérculo móvil (*fig.* 75), los pelos y la conformación á manera de charnela de las extremidades, igualmente móviles, de las hojas de las Dioneas ó Atrapamoscas, son otras tantas especiales modificaciones favorables para la captura de los insectos, alimento de estas plantas carnívoras.

44. **Yemas.** — Las *yemas* (*fig.* 76) son pequeños cuerpos ovoideos ó globulosos, colocados siempre en la *axila de las*

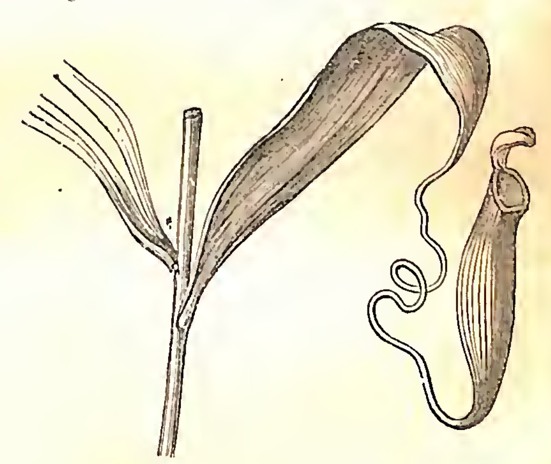


Fig. 75. — *Hoja del nepantes.*

hojas, ó en la extremidad de los ramos. Contienen en su interior los rudimentos de los tallos, de las ramas, de las hojas y de las flores. A veces son desnudos, á veces se hallan recubiertos de escamas imbricadas unas sobre otras como las tejas de un tejado. Estas escamas, generalmente

barnizadas de una materia viscosa, hállanse á veces guarnecidas interiormente de vello más ó menos espeso, que tiene por objeto proteger contra la acción del frio los órganos rudimentarios que encierra la yema. Por eso sólo se encuentra esa envoltura protectora en los árboles de nuestros climas; en los paises cálidos las yemas se hallan siempre desnudas ó al descubierto.



Fig. 76. — *Yema.*

Ciertas yemas no producen al desarrollarse más que ramos y hojas; otras sólo dan flores. Es fácil distinguir en un árbol frutal las yemas de flores de las yemas de hojas Las primeras son gruesas, ovoideas ó globulosas, mientras que las otras son finas y delgadas. Las yemas mixtas del Rosal, de la Lila y de muchos vegetales dan al mismo tiempo hojas y flores.

Las yemas aparecen, durante el estio, en la axila de las hojas; permanecen inertes durante el invierno y no comienzan á engrosar y desarrollarse sino á la primavera siguiente.

45. Orientación, sueño y caída de las hojas. — Las hojas de ciertas plantas, la *Sensitiva*, la *Atrapamoscas*, se hallan dotadas de movimientos particulares. Tan sólo señalaremos aquí los movimientos propios de las hojas de muchísimas especies de vegetales. Todas las hojas se orientan hacia la luz (*fototropismo*). Las hojas del Castaño y de la mayor parte de las plantas se inclinan durante la noche; los foliolos de la Acacia se doblan hasta el punto de que unos tocan por su faz inferior á los otros que les son opuestos; y los foliolos del Trébol se juntan por su faz superior cuando llega la noche.

Las hojas de la mayor parte de los vegetales de nuestros climas son *caducas*. Su caída es causada por una producción celular de la capa suberosa de la corteza, seguida de condensación hacia la base del pecíolo, que detiene la circulación de la savia. Las hojas *persistentes* de los árboles verdes pueden durar varios años.

Estructura de las hojas.

46. Estructura de las hojas. — Una hoja se divide, respecto á su estructura, en dos regiones distintas : el *Peciolo* y el *Limbo*.

Peciolo. — El *peciolo* comprende tres partes : una *Epidermis ép.*, un *Parenquima pa.* y *Haces libero-leñosos f.* (*fig.* 77).

Existen en la epidermis algunos estomas, y las células del parenquima son ricas en clorofila.

Los tres ó cuatro haces libero-leñosos del peciolo se hallan dispuestos á manera de arco en un corte transversal, y el más grueso se encuentra en la parte inferior. La simetria es aquí bilateral y no radial, como en el tallo y en la raiz.

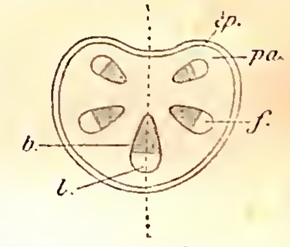


Fig. 77. — *Corte transversal del peciolo.*

ép Epidermis. — *pa* Parenquima. — *f.* Haz libero-leñoso. — *b.* Madera. — *l.* Liber.

Gracias á esta disposición de los haces libero-leñosos, el peciolo es frecuentemente *acanalado* en forma de gotera en su parte superior, y redondo en su parte inferior.

La madera de los haces, con sus vasos y sus fibras de sostén, está vuelta hacia el lado superior de la hoja; el líber, con sus tubos acribillados, hacia el lado de la cara inferior.

Advertencia. — Como los haces libero-leñosos del pecíolo y de las nervuras de la hoja no son más que la continuación de los del tallo, tal prolongación explica su orientación, la madera arriba y el líber abajo, en estos órganos, como lo demuestra la *fig.* 78.

Limbo. — En el corte transversal del *limbo* (*fig.* 79) se advierte, como en el pecíolo : 1º una *Epidermis ép.*, que es la continuación de la del peciolo y del tallo; 2º un *Parenquima pa.*, compuesto de células ricas en clorofila; 3º *Nervuras f.*, formadas de haces libero-leñosos, orientados como los del pecíolo, la madera arriba, el liber abajo, y de simetría bilateral. Estas nervuras, cuya textura se

simplifica más y más á medida que llegan á ser más finas, no están compuestas en sus últimos filetes más que de uno ó dos vasos espirales cubiertos de epidermis.

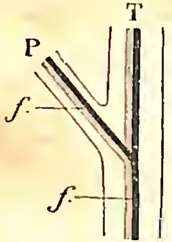


Fig. 78. — *Prolongación en el peciolo y en la hoja de los haces libero-leñosos del tallo.*

T. Tallo. — P. Peciolo. — *f.* Haz libero-leñoso.

La epidermis *é* (*fig.* 80) comprende una ó varias hileras de células transparentes, aplanadas, poligonales y



Fig. 79. — *Corte transversal del limbo.*

ép. Epidermis. — *pa.* Parenquima. — *f.* Haz libero-leñoso. — *b.* Madera. — *l.* Liber.

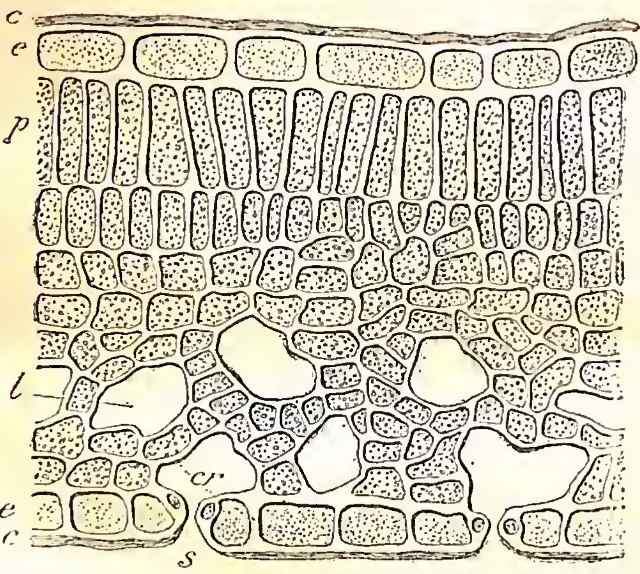


Fig. 80. — *Corte transversal del limbo de una hoja visto con el microscopio.*

ee. Epidermis : estomas en la epidermis de la cara inferior — *cc.* Cuticula — *p.* Tejido en forma de empalizada. — *l.* Tejido lagunoso y sus lagunas — *s.* Estomas que se comunican con las lagunas *cr*, llamadas cámaras de aire ó sub-estomáticas.

sin clorofila. La cara exterior de las células epidérmicas se halla reforzada por una capa de tejido barnizado llamado *cutícula c.*, destinado á proteger la hoja contra las intemperies. La epidermis se halla acribillada de estomas *s.*, solamente en la cara inferior de las hojas.

Las células del parenquima tienen diferente disposición en las partes superior é inferior de la hoja. Las de la cara superior, muy ricas en clorofila, forman un tejido que se llama *de empalizada p.* por hallarse apretadas verticalmente unas contra otras (*fig.* 80). Las células de la cara inferior son, por el contrario, muy irregulares y dejan entre sí numerosas lagunas denominadas *bolsas aéreas cr.*, que se comunican con los estomas. Forman el tejido llamado *lagunoso*.



Fig. 81. — *Lámina de epidermis con sus estomas vista con el microscopio.*

Los cloroleucitos, ricos en clorofila, abundan sobre todo en el protoplasma de las células de la cara superior de la hoja; por eso, su cara inferior ó dorsal está frecuentemente menos coloreada que la superior ó ventral.

Estructura de los estomas. — Los estomas (*fig.* 81) son especie de pequeñas bolsas formadas por dos células que se cruzan, cuyas extremidades se unen dejando una abertura longitudinal, que se comunica con las lagunas del tejido subyacente. Encuéntraselas principalmente en la epidermis de la cara inferior de las hojas. En las plantas acuáticas, cuyas hojas se hallan extendidas en la superficie de las aguas, los estomas no se observan más que en la cara que está en contacto con el aire; desaparecen, como la epidermis misma, en las hojas sumergidas.

El número de estomas es considerable; cuéntanse de ciento á doscientos, según las especies de las plantas, en un milímetro cuadrado de la cara inferior de las hojas.

Advertencia. — Llámanse *estomas acuíferos* aquellos en que vienen á terminar, al centro de un pequeño conjunto

celular sin clorofila, los vasos espirales de las últimas ramificaciones de las nervuras. Una gotita de agua puede entonces, de tiempo en tiempo, sudar del estoma.

47. **Crecimiento de la hoja.** — Hemos estudiado ya el crecimiento de la hoja respecto á la extremidad de la yema terminal. Hemos visto que primitivamente se hallaba constituida por una especie de pequeño botoncito redondo, formado por un tejido celular no diferenciado, esto es, por un meristemo, en el cual se distinguen tres células superpuestas, más gruesas y más obscuras, llamadas iniciales y generatrices : la superior, de la epidermis; la media, del parenquima; y la inferior, del cilindro central, representado aquí por el peciolo.

La hoja no es al principio más que una pequeña corona verde. Bien pronto se estrangula, y se tiene el limbo y la vaina. Al alargarse, llega el estrangulamiento á constituir el peciolo.

Funciones de las hojas.

48. **Diversidad de las funciones de las hojas.** — Las hojas y, en general, las partes verdes de los vegetales son los órganos de una triple función : — 1º por ellas se verifica la *transpiración*, ó exhalación en la atmósfera de la cantidad, relativamente considerable, de vapor de agua proveniente del vegetal; — 2º presiden la *asimilación clorofílica*, por la cual se enriquece en carbono el vegetal; — 3º son los principales agentes de la *respiración* de la planta.

Transpiración, asimilación clorofílica y respiración son, por lo tanto, las tres grandes funciones de nutrición desempeñadas por las hojas.

49. **Transpiración.** — Las hojas exhalan abundante cantidad de vapor de agua de su superficie, en particular por los estomas. Se puede comprobar por numerosos experimentos.

1º Colócase un tiesto con una planta bien provista de hojas, una Primavera por ejemplo, sobre un disco de cristal ó de mármol y se le cubre con una campana de cristal cuyo borde se adhiere herméticamente al disco Se

ve bien pronto á la campana empañarse de vaho, y formarse en su pared interna gotitas de agua, prueba evidente de la transpiración de las hojas.

2º Colócase el mismo tiesto sobre el platillo de una balanza y se la pone en fiel poniendo igual peso en el otro platillo. Al cabo de una hora próximamente, se rompe el equilibrio; la tara sobrepuja al peso del tiesto, cuya planta ha perdido agua por efecto de su transpiración. El peso que es preciso añadir al lado de la planta para restablecer el equilibrio, es el peso del agua evaporada.

3º En un tubo en U lleno de agua A (*fig.* 82) se introduce en un lado un ramo guarnecido de sus hojas verdes y en el otro un tubo capilar acodillado, lleno igualmente de agua hasta la señal *a*. Estando herméticamente cerrados los orificios del tubo en U por medio de tapones de caucho, se ve bien pronto al agua del



Fig 82 — *Demostración experimental de la transpiración de las hojas.*

tubo capilar retroceder en *b* hacia la planta, prueba de la exhalación de vapor de agua en la superficie de las hojas. La medida del volumen de agua evaporada, en un tiempo determinado, por un simple ramo permite apreciar aproximadamente la cantidad de agua exhalada por la planta entera durante el mismo tiempo, la cual es considerable.

A esta exhalación por las hojas corresponde una equivalente ascención de agua por las raices, y de aquí la necesidad de las lluvias ó de los riegos. Por la transpiración de sus hojas es como los bosques mantienen la frescura bajo su sombra.

La transpiración verificase principalmente en la cara inferior de las hojas, por los estomas. Oprimiéndose una hoja entre dos campanas de cristal, que respectivamente encierren una cápsula con el mismo peso de cloruro de

calcio, se comprueba al pesarlas varias veces después de cierto tiempo, que el peso de la cápsula inferior, relacionada con la cara inferior de la hoja, ha excedido sensiblemente al peso de la cápsula superior (*fig.* 83).

La transpiración de una planta aumenta con el calor y la sequedad del aire, pero sobre todo por la acción de la

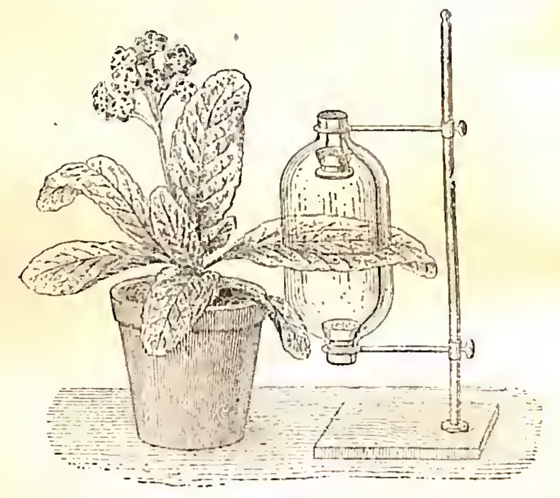


Fig. 83. — *Papel que desempeñan los estomas en la transpiración.*

luz, *lo cual la distingue claramente de una simple evaporación*, sobre la cual no influye la luz. Esta transpiración especial por efecto de la luz es debida á la intervención de la energía clorofílica que absorbe, como luego lo veremos, una gran cantidad de rayos caloríficos del espectro solar. Desígnase este fenómeno con el nombre de *clorovaporización*.

La transpiración de los vegetales condensa, como ya hemos dicho, la savia ascendente y favorece la corriente que la hace subir.

50. Clorofila. — La *clorofila* está compuesta de granos microscópicos de protoplasma impregnados de un pigmento de color verde, que es la clorofila propiamente dicha, y cuya importancia es considerable en la fisiología vegetal.

Se halla contenida, bajo la forma de granos infinitamente pequeños, en los *Cloroleucitos* del protoplasma celular.

La clorofila se compone de dos substancias : la *Xantofila* verdusca, mucho menos activa, y la *Clorofila propiamente dicha.*

Sometiendo á la acción del alcohol hojas verdes hechas pedazos, se obtiene una disolución verde de dos substancias

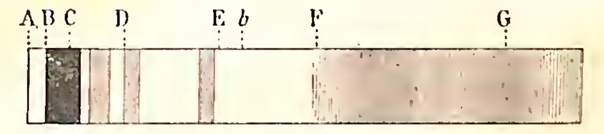


Fig. 84. — *Espectro de absorción de la clorofila.*

mezcladas, las cuales se pueden separar añadiendo bencina y agitándolo. Después de dejarlo reposar, se tiene : abajo, una disolución amarillenta alcohólica de xantofila ; arriba, una disolución verde de clorofila en la bencina, que se puede cristalizar.

Cuando se hace pasar un haz de luz blanca á través de una disolución alcohólica verde de clorofila y se examina en seguida esta luz con el espectroscopio, se ve, en vez de rayos rojos, una gran banda negra (*fig.* 84), que indica la absorción por la clorofila de gran número de rayos rojos ó caloríficos del espectro solar, de donde ella saca su energía fisiológica.

La clorofila no se produce más que á la luz ; en la obscuridad se emblanquecen y debilitan las plantas.

51. Asimilación clorofílica. — Este fenómeno de nutrición consiste en la absorción del gas carbónico del aire por las partes verdes del vegetal, que contienen clorofila, y en la descomposición de este gas carbónico. El carbono es entonces asimilado por la planta, mientras que el oxígeno es exhalado afuera.

La asimilación clorofílica no se verifica más que durante el día, y es proporcional á la intensidad de la luz.

Coloquemos en un frasco B (*fig.* 85) lleno de agua común, adicionando agua de Seltz para cargarla de gas carbónico, hojas verdes recientemente cogidas, en especial hojas acuáticas A ; pongamos después en comunicación á

este frasco, por medio de un tubo de cristal C convenientemente acodillado, con una pequeña probeta D llena de agua y puesta boca abajo en un receptáculo con agua. Si el experimento se ejecuta á *plena luz*, veremos bien pronto burbujas gaseosas aljofarar las hojas, desprenderse de éstas é ir á reunirse en la parte superior de la pequeña probeta. Cuando hay cantidad suficiente de gas, se comprueba, después de haberlo recogido, que existe oxígeno introduciendo una cerilla en ignición, la cual se vuelve á encender allí en seguida.

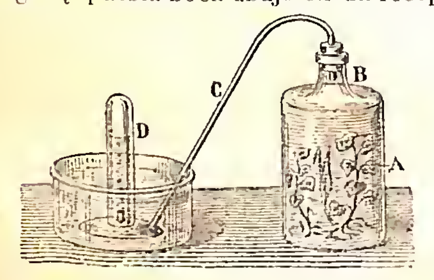


Fig. 85. — *Demostración experimental de la asimilación clorofílica.*

Al mismo tiempo se advierte la desaparición ó una notable disminución del ácido carbónico en el agua del frasco, la cual ha perdido su gusto agrillo.

La asimilación clorofílica cesa y el experimento no da resultado, si se verifica en la obscuridad. No se produce más que en las hojas verdes y vivaces; las hojas subterráneas, como las que recubren los bulbos, son incapaces de ello.

Colocando ante las diversas regiones del espectro solar probetas llenas de agua cargada de ácido carbónico, cada una de las cuales contenga una hoja verde de igual naturaleza y dimensión, aislándolas unas de otras por medio de pantallas, se observa que el desprendimiento de oxígeno no se produce abundantemente más que en la zona de los rayos rojos, es decir, delante de la banda de absorción del espectro solar producida por la clorofila (§ 50).

52. Transformación de la savia bruta ó ascendente en savia nutritiva ó descendente. — La *savia bruta ó ascendente*, tomada del suelo por la raíz, llega hasta las células del parenquima de las hojas y de las partes verdes del vegetal por los vasos de la madera, del peciolo y de las nervuras. Esta savia comienza entonces á espesarse, perdiendo agua por la abundante transpiración de las hojas, y, al

mismo tiempo, se enriquece de carbono por efecto de la asimilación clorofílica.

El carbono, por sus combinaciones (de una parte, con el hidrógeno y el oxígeno, producto de hidratos de carbono, como el almidón y el azúcar, y de otra parte, con estos mismos elementos y el ázoe contenidos en los tejidos de la planta) da origen á substancias azoadas, como la aleurona y la albúmina vegetal.

La savia descendente ó *elaborada*, espesa y cargada de estas diversas substancias, vuelve de las hojas y desciende hasta las raíces por los tubos acribillados del liber, proveyendo á la planta los diversos materiales, en especial azúcar y almidón, que le son necesarios para su crecimiento. Esta savia deposita, además, en las adecuadas células de ciertas partes del vegetal, los productos que ella contiene en exceso, para constituir allí *reservas alimenticias.*

Advertencia. — Es preciso no confundir con la savia descendente el *látex* ó *jugo propio de los vegetales*, el cual es un producto de secreción y no de nutrición (véase el Cap. V).

53. Respiración. — Todo vegetal respira por sus partes verdes de la misma manera que un animal por sus pulmones. Toda planta absorbe oxígeno tomado del aire y exhala gas carbónico. Es una función inversa de la asimilación clorofílica, la cual es esencialmente nutritiva. Se demuestra esta exhalación de gas carbónico cubriendo un ramo de hojas verdes con una campana de cristal (*fig.* 86), bajo la cual se ha colocado un pequeño recipiente con agua de cal ó de barita; el agua se enturbia al cabo de algunas horas, lo cual prueba el desprendimiento de gas carbónico en la planta.



Fig. 86. — *Demostración experimental de la respiración de los vegetales.*

La respiración se verifica igualmente por el día y por la noche. Durante la noche predomina el gas carbónico, y

durante el día la cantidad de oxigeno, debida á la asimilación clorofílica, excede con mucho á la del gas carbónico procedente de la respiración.

Claudio Bernard ha demostrado que la acción de los vapores clorofórmicos, que paraliza la asimilación clorofílica, no produce efecto alguno en la respiración de los vegetales.

54. Usos de las hojas. — Las hojas de muchos vegetales se utilizan para la *alimentación*, bien sea crudas, como la Escarola, la Lechuga, Yerba de canónigos, y otras ensaladas, ó bien cocidas, como las Espinacas, la Acedera y las Coles.

Las bestias consumen gran cantidad de Trébol, de Alfalfa, de Esparceta, etc. El gusano de seda se alimenta de hojas de Moral

Las hojas de Te, Menta, Melisa, Mate y Naranjo se toman en fusión, y las hojas de Coca son muy usadas en medicina como excitantes y tónicos. De ellas se extrae la *cocaina*, anestésico local de lo más preciosos.

Por último, la *industria textil* emplea las fibras de la Rafia y el Esparto para tejidos groseros. De las hojas de los Indigos se extrae una materia colorante azul, el *añil*. Las hojas del Tabaco nos dan los tabacos ó cigarros de fumar.

RESUMEN

I. Las hojas, que ordinariamente tienen la forma de láminas delgadas, de color verde, son horizontalmente sostenidas por los tallos y los ramos.

II. Una hoja completa se compone de cuatro partes : el *limbo* ó parte verde y aplanada de la hoja; el *peciolo*, que la sostiene; las *nervuras* ó expansión del peciolo, y la *vaina*, prolongación del peciolo ó de la base de la hoja, cuando el peciolo llega á faltar.

III. Es raro que una hoja tenga estas cuatro partes; por lo común faltan una ó dos de ellas.

IV. Las hojas son *simples*, ó *compuestas* cuando su limbo se halla dividido en diversas piezas distintas llamadas *foliolos*.

V. Las hojas simples son *enteras* (Lila), *dentadas* (Olmo) ó *lobadas* (Encina).

VI. Las hojas compuestas son *pennadas*, cuando los foliolos se hallan simétricamente colocados á cada lado del peciolo común (Acacia); *digitadas* ó *palmeadas*, cuando los foliolos se implantan en el extremo de un mismo peciolo (Castaño de Indias).

VII. Respecto á su disposición en el tallo, las hojas son *alternas* (el Lino), *opuestas* (la Lila), y *verticiladas* (la Adelfa).

VIII. Las hojas subterráneas son, generalmente, incoloras y escamosas (Carrizo).

IX. Un **bulbo** está formado de una corona que tiene, abajo, raices y, arriba, hojas escamosas que se cubren completamente unas á otras á manera de túnicas (Cebolla, Jacinto), ó se imbrican como las tejas de un tejado (Azucena). En el centro hay un pequeño mango ó pedúnculo coronado de flores apenas desarrolladas. Las escamas de los bulbos están frecuentemente llenas de reservas alimenticias.

X. La Sagitaria, planta acuática, posee tres especies de hojas: hojas aéreas en forma de flecha; hojas flotantes, ovaladas y redondas; y hojas sumergidas, á manera de lacinias.

XI. Las hojas se transforman en escamas, estípulas, espinas, zarcillos y en urnas.

XII. Una hoja, considerada en su estructura, se divide en dos partes : el *Peciolo* y el *Limbo*.

XIII. *Estructura del peciolo.* — El peciolo comprende : 1° una epidermis provista de algunos estomas; 2° un parenquima con células clorofílicas; 3° haces libero-leñosos, continuación de los del tallo, generalmente en número de tres á cinco, colocado abajo el más grueso, y orientados : la madera arriba y el liber abajo.

XIV. *Estructura del limbo.* — La epidermis, guarnecida de estomas solamente en la cara inferior de la hoja, está forrada y protegida por la *cutícula*, especie de súber exterior que refuerza sus células. En la parte superior del parenquima, las células clorofílicas, colocadas en hileras verticales, constituyen un *tejido en forma de empalizada*; más irregulares hacia la parte inferior, constituyen un *tejido lagunoso*.

Las *Nervuras*, que forman el esqueleto de la hoja, son la expansión de los haces libero-leñosos del peciolo, y tienen la misma estructura : madera arriba y liber abajo.

XV. *Estructura de los estomas.* — Son éstos pequeñas aberturas microscópicas, parecidas á una boca, circunscritas por dos células en forma de habichuela, que se tocan en sus extremos. Comunícanse con las bolsas aéreas del tejido lagunoso.

XVI. La principal función de las hojas es transformar la savia bruta ó ascendente en savia elaborada, nutritiva y descen-

dente, lo cual se verifica por la *transpiración* y la *asimilación clorofílica.*

XVII. La **transpiración** es la exhalación de vapor de agua, sobre todo en la cara dorsal ó inferior de las hojas. Por ella se espesa la savia.

XVIII. La **asimilación clorofílica**, que solamente se produce á la luz, tiene por objeto la absorción del gas carbónico por las hojas y su descomposición : en oxígeno que es exhalado afuera, y en carbono que es asimilado, para combinarse con los elementos de la savia y formar de este modo diversas substancias nutritivas, como el almidón, la glucosa, la albúmina vegetal, la aleurona, etc.

XIX. La **respiración** de los vegetales es analoga á la de los animales. Consiste en la absorción de oxígeno del aire por la planta y en la exhalación de gas carbónico. Es la inversa de la asimilación clorofílica: por lo tanto, no se verifica más que durante la noche, cuando la asimilación clorofílica cesa.

CAPÍTULO V

NUTRICIÓN DE LOS VEGETALES

Alimentos tomados del suelo. — Nitrificación en el suelo. — Alimentos que vienen del aire — Reservas nutritivas. — Secreciones. — Plantas parásitas.

Alimentos tomados del suelo.

55. Nutrición de los vegetales no parásitos en general. — Los vegetales no parásitos, es decir, que no viven á expensas de otro organismo vivo, animal ó vegetal, sacan su alimento : del suelo, por las raíces; del aire ambiente, por las hojas y las partes verdes.

Para reconocer qué cuerpos simples son necesarios á la alimentación de un vegetal dado, es preciso hacer el análisis químico elemental de dicha planta, y cuando se ha determinado de una manera precisa cuáles son los elementos que forman parte de ella, no hay más que proporcionar estos cuerpos simples á los vegetales de la misma especie para que su nutrición perfecta sea asegurada.

Procediendo de este modo, se ve que seis cuerpos simples, llamados *esenciales*, forman parte, en proporciones diversas, de la substancia de todas las plantas sujetas al análisis. Estos cuerpos, señalados por su notación química, son :

Cl, O, H, Az, S, Ph.

Estos cuerpos constituyen además los elementos mismos del protoplasma. Otros seis cuerpos simples, *no esenciales*, aunque *útiles*, se encuentran con frecuencia, pero en pequeña cantidad, y aun pueden faltar; tales son :

C, Si, K, Ca, Fe, Mn.

Véase bajo qué principales formas son absorbidos por los vegetales estos diversos cuerpos :

El *Carbono*, sobre todo en estado de gas carbónico, por la asimilación clorofílica, y en pequeña cantidad, por las raíces, en estado de carbonato;

El *Oxígeno*, por la respiración, por las raíces, como elemento del agua;

El *Hidrógeno*, por las raíces, como elemento del agua;

El *Azoe*, muy poco absorbido como ázoe atmosférico, lo es principalmente, por las raíces, en estado de sales amoniacales que provienen de la putrefacción de los cuerpos orgánicos enterrados en el suelo, y de nitratos que resultan de la nitrificación en el mismo lugar;

El *Fósforo* y el *Azufre*, como fosfatos y sulfatos solubles;

Los metales (*Hierro*, *Manganeso*, *Calcio*, *Potasio*), en estado de sales diversas, solubles en la humedad del suelo

56. Alimentos minerales y orgánicos. — Los tres principales alimentos minerales necesarios á las plantas son los carbonatos, por el calcio; los fosfatos, por el fósforo; y los nitratos por el ázoe.

Para dar al suelo la composición que le es necesaria para un proyectado cultivo, se ha recurrido : á *Modificaciones*, añadiendo á la tierra los elementos calcáreos ó arcillosos que le falten; á los *Abonos orgánicos* (estiércol de cuadra ó cortijo), ó *químicos* (fosfatos y superfosfatos, nitratos de sosa ó de amoníaco, sulfato de potasio), para restituir á la tierra los principios nutritivos que se le han quitado en los precedentes cultivos.

Los pelos radicales absorben tambien directamente substancias orgánicas disueltas por los fermentos solubles ó diastasas segregados por las raices, y microbios. Estos son los alimentos orgánicos.

Finalmente, por la *sucesión de cultivos* — que consiste en variar cada año la siembra en una misma pieza de tierra, haciendo que al trigo, de raices superficiales, le sucedan las remolachas, de raiz profunda, y, sobre todo, plantando cada tres años un campo de trébol ó de alfalfa, — se procura reducir al minimum el empobrecimiento de la tierra.

57. Nitrificación en el suelo. — La *nitrificación* en el suelo, es decir, la producción de nitratos, se obtiene de dos maneras : 1º fijando el ázoe atmosférico contenido en el suelo por microbios que establecen colonias en las raices de las leguminosas; 2º oxidando por microbios especiales las sales amoniacales que provienen de los detritus orgánicos enterrados en el suelo.

1º Las leguminosas (Trébol, Alfalfa, Esparceta) gozan la curiosa propiedad de fijar el ázoe del aire atmosférico en las raíces superficiales, por medio de microbios especiales que constituyen colonias, dispuestas en pequeños abultamientos sobre sus raices. De aquí resulta que el cultivo de las leguminosas no esquilma la tierra á la cual estas plantas restituyen ázoe mediante los residuos de sus raices.

2º La *nitrificación* de las substancias orgánicas enterradas en el suelo como abonos se verifica bajo la influencia de un fermento especial, que puede desarrollarse en cualquiera tierra laborable, siempre que sea bastante permeable, en la que pueda circular fácilmente el aire, porque no puede subsistir sin oxígeno, por ser *aerobio*. Examinándole con el microscopio se descubren bacterios semejantes á corpúsculos en forma de puntos algo largos, de uno ó dos milésimos de milimetro, que pululan en grupos de forma diversa entre infinidad de infusorios.

De modo que, bajo la influencia del aire, del calor y de la humedad, la putrefacción de las substáncias orgánicas (abonos, basuras animales y vegetales enterrados en el suelo) produce, primero, amoníaco, el cual se oxida y se

transforma en ácidos nitroso y nítrico mediante este fermento especial organizado. Estos se combinan en seguida con el amoniaco y las diferentes bases alcalinas y terrosas que encuentran, para formar nitratos solubles. Fácil es observar la analogía entre la nitrificación del amoniaco y la acetificación del alcohol, debida igualmente á otro fermento aerobio, la *madre del vinagre ó mycoderma aceti.*

Advertencia. — El enorme gasto de explosivos que exigiría una guerra y, en consecuencia, de nitro y ácido nítrico, necesarios para la preparación de las diversas pólvoras, melinita y dinamita, pudo hacer temer que, llegando á agotarse las provisiones de salitre, no se las pudiese renovar en cantidad suficiente, si las comunicaciones por mar estuvieran interrumpidas y no fuese posible traer nitratos del Perú, donde existen inmensos yacimientos.

M. Muntz, profesor del Instituto nacional agronómico, y su colaborador M. Lainé, preocupados con esta grave cuestión, han demostrado que es fácil establecer nitrales micróbicos, de acción muy rápida, que pudieran bastar al enorme consumo de salitre. Han demostrado que, derramando una solución de sal amoniaco sobre una capa de estiércol animal en una hectárea de superficie, sembrada de microbios nitrificadores, se podría recoger, en el momento de la fermentación intensiva, hasta 16 000 kilogramos de salitre por día, ó sea 6 000 toneladas anuales, aproximadamente.

Asimismo, dichos señores han instalado análogos nitrales terrosos, donde el lavado de las tierras ha dado hasta 150 gramos de salitre por litro de solución.

De este modo, los microbios nitrificadores, estos seres infinitamente pequeños, almacenan poco á poco y sin ruido una prodigiosa suma de energía al fabricar el nitro, cuya explosión brusca devolverá en un instante y con gran estruendo esa misma energía

Alimentos tomados en el aire atmosférico.

58 **Savia nutritiva.** — Los alimentos que los vegetales toman del aire atmosférico son, como ya lo hemos visto, el Carbono, por efecto de la asimilación clorofílica, la cual

descompone el gas carbónico extendido en la atmósfera y fija el carbono, y el Oxígeno, absorbido durante el fenómeno de la respiración.

La savia nutritiva, espesada por la transpiración de las hojas, enriquecida en carbono por la asimilación clorofílica, es impropiamente llamada descendente, pues sube hasta el vértice, como igualmente desciende hasta la extremidad de la raíz. Ella es, en efecto, la que provee á la yema terminal los materiales necesarios para su continuo crecimiento.

Recordemos que la savia nutritiva sirve para el crecimiento del vegetal y pára la constitución de reservas nutritivas.

Reservas nutritivas.

59. Reservas alimenticias. — Las plantas, cuando ha disminuído el período activo de la vegetación, es decir, después del brote de las hojas y de las flores, absorben, en general, más materias nutritivas que las que consumen, de tal suerte que resulta un exceso de substancia alimenticia. Esta substancia nutritiva se acumula entonces en las diferentes partes del vegetal, según su especie : en las hojas, que llegan á ser carnosas y gruesas; en las raíces y los tallos subterráneos, que forman tubérculos, como la Patata, la Cotufa; en los tallos aéreos, bajo la forma de materias azucaradas, etc.

La mayor parte de las reservas nutritivas vegetales sirven para alimento nuestro.

Estas substancias alimenticias son, sobre todo, hidratos de carbono, como el Almidón y los Azúcares; substancias albuminoideas, como la Aleurona, y materias grasas. Hállanse en estado de granos, como el almidón, ó disueltas, como los azúcares.

Hidratos de carbono; Almidón. — El *almidón* $(C^6H^{10}O^5)^n$, designado además con el nombre de *fécula* ó de *materia amilácea*, se encuentra en gran número de plantas, bajo la forma de granulitos ovóideos compuestos de capas concéntricas alternativamente claras y obscuras, y presentan en un punto de su superficie un pequeño agujero llamado hilio (*fig.* 87). Es azulado por la acción del yodo. La dimensión de estos gránulos varia según la naturaleza de la

planta que les ha producido; en general oscila entre 3 y 18 centésimas de milímetro. Los dos principales tipos de almidón son la fécula de patata y el almidón del trigo; después vienen la tapioca, el arrurruz, el sagú, el salep, etc.

Los granos de almidón se hallan encerrados en las células de ciertas regiones de la planta, y engruesan por la formación de capas superpuestas.

Azúcares. — Encuéntranse en los vegetales dos variedades de azúcar: la *sacarosa* ($C^{12}H^{22}O^{11}$), ó azúcar de caña y de remolacha, y la *glucosa* ($C^6H^{12}O^6$), ó azúcar de almidón y de frutos.



Fig. 87. — *Almidón.*

Enulina. — La *enulina* es una substancia que tiene la misma fórmula atómica que el almidón ($(C^6H^{10}O^5)^n$), soluble en el agua é insoluble en el alcohol, que la precipita en forma de cristales microscópicos que el yodo pone amarillentos. Se halla principalmente en los tubérculos de la Dalia y de la Cotufa.

Materias albuminoideas : Aleurona. — La *aleurona* es una substancia azoada, encerrada, bajo la forma de granos microscópicos, en gran número de vegetales, principalmente en las células del embrión de semillas maduras. La aleurona, que se pone amarillenta por la acción del yodo, se encuentra preferentemente en las semillas oleaginosas, como las del Ricino, Lino, etc.

Soluble en el agua, la aleurona se halla en estado de disolución en las células durante el período de crecimiento de la planta; pero se precipita en granos en la época de la madurez del fruto.

Materias grasas. — Las materias grasas se encuentran abundantemente en las semillas de cierto número de vegetales. Se las extrae : ya en forma de aceite de las olivas,

de las nueces, de las semillas del Lino y de la Colza, etc.; ya en forma de manteca, de las habas del cacao.

60 Digestión de las reservas nutritivas. — Para ser digeridas y asimiladas por la planta, es preciso que las reservas alimenticias, en especial el almidón, sean disueltas por fermentos solubles llamados *diastasas*. Así, llegando á ser *dialisada*, esto es, pudiendo pasar á través de las finas membranas de las células, la materia nutritiva, disuelta por la savia, será llevada á todas las partes del vegetal para asegurarle su nutrición. La diastasa es segregada por las células cargadas de materias alimenticias ó por las células vecinas. Esta fermentación nutritiva se verifica sobre todo en primavera, en el momento de la germinación de las plantas y del desarrollo de las yemas. Tal fenómeno es absolutamente comparable á la acción de las diastasas digestivas sobre los alimentos ingeridos por los animales.

Secreciones.

61. Aparato de secreción de los vegetales. — De igual modo que los animales, gran número de vegetales se hallan obligados á eliminar productos nocivos é inválidos que se forman en sus tejidos. Los aparatos de eliminación son generalmente muy simples. Respecto á la ortiga, son las células en forma de pelos de la superficie de la hoja las que eliminan un jugo que llega á ser muy irritante por el ácido fórmico.

Otras células segregan en su interior concreciones octaédricas de oxalato de cal, bien sea en forma de agujas llamadas *rafidas*, que atraviesan muchas células, como en el Ajo y en la Lenteja de agua, ó bien *cruzadas* en un pequeño conjunto erizado de puntas, como en la Hiedra.

Los *aceites balsámicos ó esencias*, que tienen cada uno su olor particular, son también productos de excreción de los vegetales. Se oxidan al contacto del aire y se resinifican solidificándose. Lo mismo ocurre respecto á las gomas y los alcaloides.

El *Látex* es un jugo blanco ó incoloro, suave ó irritante, que circula en el tallo y en las hojas de ciertos vegetales. Teniendo casi la consistencia de la leche, formada igual-

mente de materias grasas esenciales en emulsión en un líquido acuoso, el látex se halla contenido en un particular sistema de vasos llamados *laticíferos*, muy distintos de los vasos de la madera y de los tubos acribillados del líber. El látex es blanco y muy irritante en el Euforbio; amarillo y cáustico en la gran Celidonia; lechoso en el Amargón; blanco y opiado en la cápsula, en estado maduro, de la Adormidera de Egipto. El látex del Sifonia catechú y de los Heveas contienen caucho; y el de la Isonandra percha, la gutapercha.

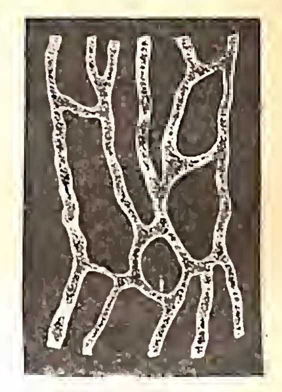


Fig. 88. — *Vasos laticíferos.*

Los vasos laticíferos están formados de células muy alargadas, ramificadas y anastomosadas las unas con las otras (*fig.* 88); ó también, como en la gran Celidonia, por células, que son continuación unas de otras, y cuyas paredes de separación están perforadas de numerosos agujeros para facilitar la circulación del látex.

Por último, el aparato secretorio tiene en ciertas plantas, las Coníferas por ejemplo, la estructura de una verdadera glándula. Se halla formado de un canal más ó menos largo, terminado interiormente en bolsa, y tapizado de dos capas de células La más interna segrega en la cavidad del conducto el aceite esencial; la capa externa, más ó menos lignificada, le sirve como de estuche.

Plantas parásitas.

62. Plantas sin clorofila. Parasitismo. — Las *plantas parásitas*, en general desprovistas de clorofila, son incapaces de fabricar por sí mismas productos asimilables necesarios á su nutrición. Los toman de los vegetales sobre los cuales viven ellas, aspirando una parte de su savia. Carecen, en efecto, de raíces, las cuales son muy comúnmente reemplazadas por verdaderos chupones adheridos á las raíces (*parásitas radicícolas*) ó á los tallos (*parásitas caudícolas*) de

las plantas que las sostienen. Algunas parásitas son fanerógamas; pero la mayor parte pertenecen á las criptógamas, en particular á los Liquenes y á la inmensa clase de los Hongos.

Entre las parásitas fanerógamas debemos señalar principalmente las **Cuscutas** (*fig.* 89), de la familia de las Convolvuláceas, llamadas por otro nombre *tiñuela*, verdadera plaga para el agricultor, pues devastan los prados y los sembrados de alfalfa, trébol, cáñamo y lúpulo, aprisionándolos con sus

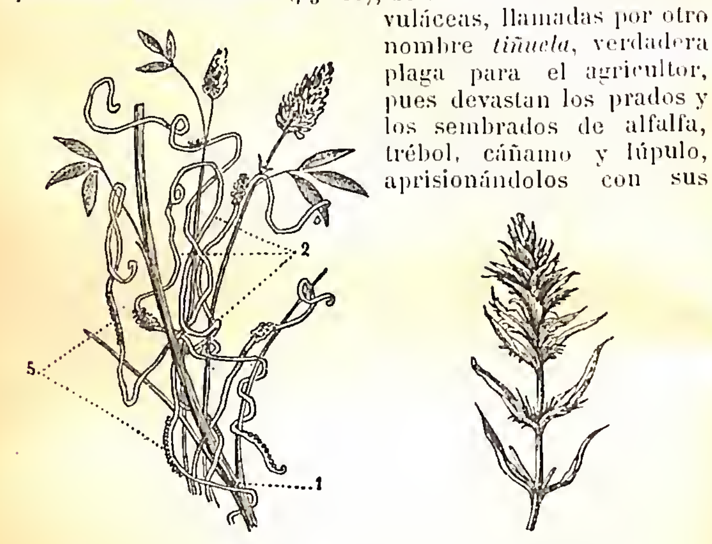


Fig. 89. — *Cuscuta.*
1. Tallo de la alfalfa — 2. Cuscuta·
3. — Chupones.



Fig 90.
Melampiro.

tallos delgados y volubles y adhiriendo á ellos sus chupones y esquilmándolos. En estos alboholes, de flores blancas ó rosadas, las hojas incoloras ó leonadas se hallan desprovistas de clorofila. Para evitar la producción de la cuscuta, no se debe sembrar más que con semillas examinadas en laboratorios especiales y teniendo la certeza de que se hallan limpias de simiente de esta parásita. Si á pesar de esto, se produce el contagio en los sembrados, es necesario sacrificar la parte invadida, arrancándola y quemándola después de haberla rociado con petróleo, y después se riega la tierra con una solución de sulfato de hierro.

Los **Melampiros** (*fig.* 90) cuyas raíces se hunden en las de las gramíneas para chuparles la savia, y las **Orobancas**, sin clorofila, que viven en las raíces de los Tréboles, del Cáñamo y del Lino, son igualmente temibles plantas parásitas.

El Muérdago, aunque de follaje verde, provisto de clorofila, no deja de ser el parásito histórico de la Encina, del Fresno, del Manzano, etc.

Entre las parásitas criptógamas se encuentran algunos Liquenes y todos los Hongos que viven, ya de substancias organizadas en vías de descomposición (mantillo, madera podrida, etc.), ó ya en vegetales y aún en animales vivos. Estos últimos, los únicos que realmente son parásitos, presentan gran número de especies. Entre los más dañinos citaremos: el *Cornezuelo de centeno* (*fig.* 91); el *Tizón* del trigo y de otras gramíneas, que forman manchas rojizas en las hojas, en el tallo y en la espiga, cuyo hongo se desarrolla también en los majuelos, de tal suerte que este inútil



Fig. 91. — *Cornezuelo de centeno.*



Fig. 92. — *Oidio.*



Fig. 93. — *Mildiu ó tizón.*

arbusto debe ser sacrificado en los países de extensos cultivos; el *Peronospora infestans*, que puede en algunos

días destruir toda una cosecha de patatas; el *Oidio* (*fig.* 92), el *Mildiu*, el *Black-rot*, de los cuales se pueden librar las hojas y los racimos de la vid mediante pulverizaciones de una mezcla de agua, cal y sulfato de cobre.

Entre los que viven sobre los animales, citaremos la *Moscardina*, enfermedad de los gusanos de seda, determinada por un hongo que se desarrolla en lo interior de la oruga y también en el hombre; el *Microsporon furfur* de escamas cutáneas y de la caspa del pelo; el *Achorion* y el *Tricophiton* de las tiñas; el *Oidium albicans* del muguete; el *Leptothrix buccalis* del sarro y de la caries de los dientes, etc., etc.

63. Simbiosis. — Se designa con el nombre de *Simbiosis* la coexistencia y la mezcla de dos organismos vegetales que se prestan mutuo apoyo para su existencia.

Los *Líquenes*, compuestos de un alga y un hongo, son ejemplo de esta asociación. El alga, provista de clorofila, saca carbono del ácido carbónico atmosférico y contribuye así á la nutrición del hongo que conserva la humedad necesaria para la vida del alga.

RESUMEN

I. Seis elementos simples son esenciales para la nutrición, pues constituyen la substancia misma del protoplasma, y son designados por su notación química : C, O, H, Az, S, Ph.

II. Otros seis elementos, aunque no esenciales, son útiles; tales son : Cl, Si, K, Ca, Fe, Mn.

III. Estos son los principales cuerpos que penetran en los organismos vegetales : C, bajo la forma de CO^2 descompuesto por la función clorofílica; H, como elemento de H^2O tomado del suelo por las raíces; O, por la respiración y como elemento de H^2O; Az, en estado de nitratos que resultan de la nitrificación de los productos amoniacales en la tierra; Ph y S, como fosfatos y sulfatos solubles. Los metales son absorbidos en estado de sales solubles en la humedad de la tierra.

IV. La nitrificación en la tierra se opera de dos maneras : 1° por la acción de las leguminosas forrajeras (Alfalfa, Trébol, Esparceta) cuyas raicillas contienen colonias de microbios, bajo la forma de dilatación, capaces de absorber el ázoe atmosférico que circula por el suelo; 2° mediante la acción de otros micro-

bios que oxidan las sales amoniacales que resultan de la descomposición de los abonos orgánicos sepultados en la tierra y les transforman en nitratos.

V. Las reservas nutritivas que se acumulan en ciertas partes de las plantas, sobre todo cuando la vegetacion se detiene ó disminuye, para nutrirlas después como igualmente á los embriones de sus semillas en el momento de la germinación, son principalmente : *hidratos de carbono* (Almidón, materias azuraradas, como la Glucosa y la Sacarosa, Enulina); materias albuminoideas azoadas, como la Aleurona; materias grasas (aceites de Oliva, de Nuez, de Lino, etc., manteca de Cacao).

VI. Para ser digeridas, es decir, para ser asimiladas por el vegetal, las reservas alimenticias deben experimentar la acción de fermentos solubles, segregados por las células de la planta y llamados *diastasas*.

VII. Como los animales, los vegetales excretan afuera productos de desasimilación que han llegado á ser nocivos. Los más importantes son : los aceites balsámicos ó esencias que se oxidan y se resinifican á la acción del aire, como la trementina; los alcaloides ó álcalis vegetales, como la morfina, la estricnina, etc., la mayor parte activos venenos.

VIII. El *Látex* es un liquido lechoso, blanco ó colorado, que segregan ciertas plantas y circula por un sistema de vasos especiales, formados de células alargadas y ramificadas llamados *laticíferos*. El caucho, la gutapercha y el opio se contienen en el látex del Sifonia catechú, de los Heveas, de la Isonandra percha y de la Adormidera de Oriente.

IX. Las plantas parásitas, que son las que viven á expensas de otras plantas ó en los mismos animales, se dividen en plantas parásitas fanerógamas, generalmente desprovistas de clorofila, y en talofitas ú hongos.

X. Entre las parásitas fanerógamas sin clorofila, citaremos : las *Cuscutas*, alboholes que hunden sus chupones en las alfalfas; los *Melampiros* y las *Orobancas* de los cereales, de los tréboles, del cáñamo y del lino.

XI. El *Muérdago*, desprovisto de clorofila á pesar de su follaje verde, es el parásito de nuestros grandes árboles (encina, fresno, álamo, etc.).

XII. Los principales parásitos de la clase de los hongos son : il *Cornezuelo de centeno*, el *Tizón del trigo*, el *Peronospora infestans* de la patata, el *Oidio* y el *Mildiu* de la vid.

XIII. Entiéndese por *Simbiosis* la coesistencia y la mezcla de dos organismos vegetales que se prestan mutua ayuda. En los liquenes, ejemplo de simbiosis, el alga clorofílica asimila el carbono útil al hongo, y éste mantiene la humedad necesaria para la vida del alga.

CAPÍTULO VI

FUNCIONES DE REPRODUCCIÓN. LA FLOR

Multiplicación de las fanerógamas : Acodo; Reproducción por estacas; Injerto. — Reproducción propiamente dicha : por huevos, por esporas. — Flor : envolturas florales; estambres antera, polen; carpelos, óvulo. — Fecundación y formación del huevo.

Multiplicación vegetativa de las Fanerógamas.

64. Diferentes modos de reproducción de los vegetales. — Gran número de vegetales pueden reproducirse por *escisiparidad*, como las células vegetales que les constituyen.

Cortado un ramo de año de una planta convenientemente escogida, se le planta en tierra húmeda, y bien pronto el tal ramo echa raices adventicias, vive, crece y forma una nueva planta exactamente semejante á la de su origen.

En este modo de reproducción, generalmente designado con el nombre de *multiplicación vegetativa*, la transmisión de los caracteres de la planta de origen á la nueva planta es perfecta : la *herencia es completa.*

Los principales modos de multiplicación vegetativa son Reproducción por estacas, el *Acodo* y el *Injerto.*

La *reproducción propiamente dicha* de los vegetales se verifica : por huevos, rodeados de reservas alimenticias que constituyen la semilla, en las Fanerógamas; por huevos y esporas, en las Criptógamas vasculares y en las Muscíneas; por esporas solamente, en los vegetales más inferiores, tales como los Hongos.

Siendo la mezcla de dos elementos protoplásmicos diferentes necesaria para la formación de un huevo, la planta que sale del huevo representa perfectamente los caracteres de la planta de origen; pero, si se trata de plantas cultivadas, puede también diferenciarse de ella, reproduciendo el vegetal en estado primitivo y salvaje : dícese entonces que la *herencia es incompleta.*

65. Reproducción por estacas y Acodo. — El tallo y las ramas de la mayor parte de los vegetales leñosos pueden echar raíces adventicias cuando se les pone en condiciones favorables. En este principio se funda el procedimiento de la multiplicación de los vegetales conocido con el nombre



Fig. 94. — *Estacas.* Fig. 95. — *Acodo.*

de *estaca*. Este procedimiento consiste en hundir en la tierra húmeda la extremidad inferior de un ramo de año, cortado por su base cerca de una yema. A veces se corta con la *estaca* un pedacito de la madera vieja, que los jardineros llamán *talón*, destinado á favorecer el desarrollo de las nuevas raíces (*fig.* 94). De los diferentes puntos del ramo en contacto con la tierra nacen bien pronto raices adventicias que han de tomar del suelo la savia ascendente necesaria para su vitalidad.

El *acodo* (*fig.* 95) se diferencia del procedimiento por *estaca* en que el ramo elegido, fijo al principio en tierra mediante una simple corvadura, no es separado del tallo-madre hasta que se halla provisto de raices que le permitan vivir aisladamente.

Este último procedimiento es copiado de la naturaleza misma. Se sabe que ciertas plantas, el Fresal por ejemplo, echa en su base vástagos ó ramas rastreras denominadas *estolones*, los cuales producen raices que las fijan á la tierra y les sirve por lo tanto para formar nuevos individuos.

66. Injerto. — Cuando se siembra la semilla de un árbol frutal cultivado, el producto no es parecido al de la planta madre, sino un simple arbolillo bravio que no producirá más que frutos rudimentales. Para dotarle de las cualidades de la planta de donde se deriva, es preciso injertarle.

Esta operación, importantísima en horticultira, consiste en la inserción de un fragmento (corteza ó ramo) de un

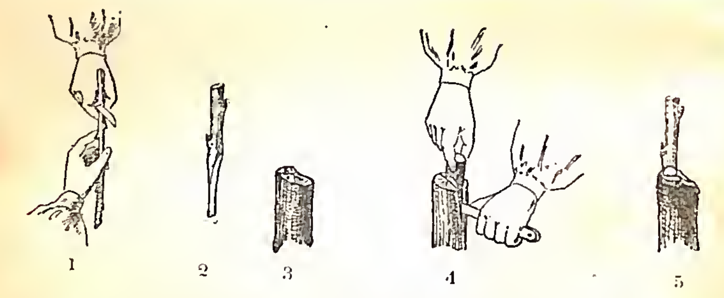


Fig. 96. — *Injerto de mesa sencillo.*

1. Talla á bisel de la púa. — 2. Púa preparada. — 3. Tallo del patrón en que va á injertarse, cortado transversalmente. — 4. Hendidura vertical para injertar la púa. — 5. Inserción terminada con la ligadura.

árbol cultivado, cuya especie se desea propagar, en una incisión hecha en la corteza ó el grueso del tallo de una planta, salvaje ó no, pero de la misma especie ó de especie muy semejante.

Dos procedimientos de injerto se usan : injerto *de mesa* é injerto *de escudete*.

El *injerto de mesa* es el procedimiento más seguro; se verifica generalmente por la primavera en el Cerezo, en el Peral y en el Manzano.

Córtase transversalmente y se hiende verticalmente el tallo del árbol salvaje (*fig.* 96). Tomando entonces un ramo

del árbol cultivado, se le corta á bisel por su base, y se le inserta en la hendidura vertical, junto á la corteza, teniendo cuidado de que el cambium del ramo y el del árbol se hallen en contacto; después se les ata. Cuando la soldadura se ha realizado, el ramo se desarrolla, reproduciendo el árbol cultivado.

Puédese también practicar la inserción á *injerto de mesa doble*, como se ve en la *fig.* 97.

En el *injerto de escudete*, se coge de una planta cultivada un fragmento de corteza, más largo que ancho, que tenga una vigorosa yema, y se lo injerta en una incisión hecha en forma de T (*fig.* 98), lo cual permite levantar la corteza del árbol salvaje destinado al injerto; después se envuelve todo en una ligadura. Para que la operación tenga éxito,

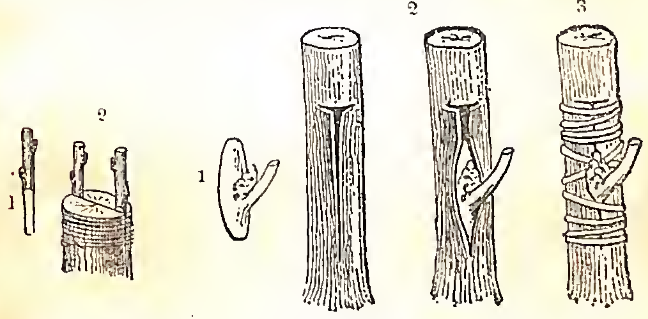


Fig. 97. — *Injerto de mesa doble.*

1. Púa. — 2. Dos púas injertadas en un mismo patrón.

Fig. 98. — *Injerto de escudete.*

1. Pedazo de corteza formando escudete. — 2. Incisión en la corteza del patrón ó inserción del injerto. — 3. Injerto terminado y ligado.

el injerto debe ser hecho precisamente en la capa generatriz (cambium) entre el liber y la albura. La cortadura se cicatriza bien pronto, y la yema se desarrolla reproduciendo el árbol cultivado.

En todo género de injerto, se hace uso de gruesa lana ó de rafia para mantener adosadas las superficies, y los cortes son almacigados con cera de injertar, mezcla de cera y sebo fundidos ambos, ó más sencillamente con ungüento rústico de San Fiacre, compuesto de dos terceras partes de arcilla y una tercera parte de boñiga de buey diluídos juntamente en un poco de agua.

De la Flor en general

67. Simetría radiada de las flores. — La simetría de las flores es *radiada* con relación á un eje vertical, en lugar de ser lateral como la de las hojas.

La flor se halla generalmente colocada en la extremidad ensanchada en forma de *receptáculo*, de un tallito herbáceo llamado *pedúnculo*, unido al tallo en la axila de una hoja, más ó menos modificada en su forma y designada con el nombre de *bráctea*.



Fig. 99. — *Corte transversal de una flor completa, para que se vea la disposición relativa de los cuatro verticilos.*

1. Cáliz ó primer verticilo — 2 Corola ó segundo verticilo. — 3 Estambres, que forman el tercer verticilo, llamado androceo. — 4 Carpelos, que forman el cuarto verticilo, denominado gineceo ó pistilo

Las diversas partes constitutivas de una flor completa (*fig.* 99) se hallan entre sí dispuestas en un orden invariable y simétrico. Así, yendo de la circunferencia al centro, se encuentra : 1º el *Cáliz*, cuyas piezas libres ó soldadas entre si llevan el nombre de *sépalos* ; — 2º la *Corola*, compuesta de hojas modificadas, ordinariamente delgadas y coloradas, llamadas *pétalos*; — 3º los *Estambres* ú órganos masculinos cuya reunión forma el *androceo*; — 4º los *Carpelos* ú órganos femeninos, cuyo conjunto es denominado *gineceo* ó, más comúnmente, *pistilo*.

La flor completa se compone, pues, de cuatro partes esenciales que forman cuatro grupos circulares ó *verticilos* concéntricos, encajados unos en otros. Las piezas de cada verticilo alternan constantemente con las del verticilo siguiente. Así, los sépalos del cáliz alternan con los pétalos de la corola, y estos últimos con los estambres, lo cuales, á su vez, alternan con los carpelos. Resulta de esta disposición que los carpelos están directamente protegidos por los pétalos, y los estambres por los sépalos, á los cuales

corresponden. El número de piezas que forman cada uno de los peristilos florales es muy variable. Es de notar que en las plantas dicotiledóneas, este número es generalmente cinco ó un múltiplo de cinco, y en las monocotiledóneas es, por el contrario, casi siempre tres, seis ó nueve.

68. **¿De qué manera debe considerarse una flor?** — Una flor debe ser considerada, no como un órgano particular, cual las hojas, el tallo y la raíz, sino como un grupo de hojas modificadas en su forma y en su coloración y dispuestas en verticilos sobre un receptáculo que lleva en su extremo el pedúnculo floral.

Si de un Nenúfar blanco se quitan uno á uno los sépalos

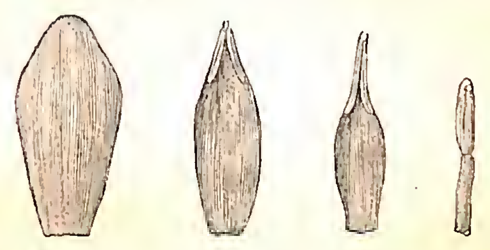


Fig. 100 — *Metamorfosis progresiva de los pétalos del nenúfar blanco en estambres.*

verdes del cáliz, se llega á láminas, verdes en su base y blancas por arriba, y cada vez más blancas hasta formar pétalos enteramente blancos.

Si se continúa arrancando uno á uno estos pétalos, se ve á los más interiores estrecharse y presentar en su vértice un saliente ó relieve que poco á poco toma la forma de antera, á medida que el limbo del pétalo se estrecha en forma de filete, constituyendo así un verdadero estambre (*fig.* 100).

Los estambres deben, por lo tanto, ser considerados como hojas profundamente modificadas; y en las flores dobles, Rosas y Claveles, numerosos estambres ensanchados son los que constituyen los pétalos suplementarios.

Respecto á los carpelos, cuyo conjunto forma el pistilo, no son más que simples hojas, plegadas de dos en dos sobre su nervura principal y soldadas por sus bordes.

Advertencia. — Cuando las hojas se transforman poco á poco en órganos (Estambre ó Carpelo), cuya función es de orden más elevado, tal metamorfosis se llama *progresiva* ó *ascendente*. Por el contrario, cuando por artificio del cultivo los carpelos y los estambres degeneran en pétalos, la metamorfosis es llamada *regresiva* ó *descendente*. Provocando esta suspensión de desarrollo es como los horticultores obtienen las bellas flores dobles de nuestros jardines.

69. Inflorescencia. — Llámase *Inflorescencia* la disposición de las flores sobre el tallo principal ó *florífero* que las sustenta.

Se llama inflorescencia *solitaria*, cuando el pedúnculo



Fig. 101. — *Racimo simple*
f. Flor. — *b* Bráctea.

Fig. 102. — *Racimo simple del grosellero.*

Fig. 103. — *Espiga simple*
f. Flor. — *b.* Bráctea.

floral no se ramifica y lleva en su extremo una flor (Violeta, Pensamiento).

Cuando el pedúnculo floral se ramifica y presenta un eje principal ó centro de donde nacen pedúnculos secundarios terminados por flores, la inflorescencia es llamada *agrupada*.

La inflorescencia agrupada es *simple*, cuando solamente comprende el eje principal y pedúnculos florales no divididos, y *compuesta*, cuando los pedúnculos florales se ramifican para formar verdaderas inflorescencias secundarias.

Los modos de inflorescencia simple ó compuesta más comunes son el *Racimo*, la *Espiga*, el *Corimbo*, la *Umbela* y el *Capítulo*.

Racimo. — El *racimo* es constituido por la inserción de los pedúnculos florales en toda la largura de un eje ó tallo florífero, en la axila de pequeñas brácteas. Se advertirá que



Fig. 104. — *Espiga compuesta del centeno.* Fig. 105 *Amento.* Fig. 106. *Espádice.* Fig. 107. *Cono de pino ó piña.*

el eje termina, no en una flor, sino en una yema ó botón, de suerte que su crecimiento no es limitado. Los pedúnculos florales son tanto más cortos y se encuentran más próximos cuanto más cerca del racimo se hallan (*fig.* 101); ejemplo : el racimo del Grosellero (*fig.* 102), el del Alelí, etc. El racimo es compuesto, cuando los pedúnculos se bifurcan en dos ramitos cada uno de los cuales lleva una flor; ejemplo : la Vid del Norte.

Espiga. — En la *espiga simple* (*fig.* 103), las flores sin

pedúnculo nacen directamente de la axila de las brácteas que tiene el eje principal; ejemplo : la Verbena.

En la *espiga compuesta*, las brácteas no protegen más que á una flor; pero una segunda espiga, más pequeña, llamada *espiguita*, está, á su vez, provista de diversas flores. Ejemplo : el Trigo, el Centeno (*fig.* 104), la Cebada, etc.

Advertencia. — Tienen conexión con la espiga : el *Amento* (*fig.* 105), compuesto de flores unisexuales, que pertenecen principalmente á los árboles y á los árbustos (Sauces, Alamos, Abedulillos, Avellanos, etc.); el *Espádice* (*fig.* 106), cuyo eje, cargado de flores unisexuales, se halla cubierto por una gran bráctea ó *Espata*, que le envuelve enteramente antes de la expansión de las flores (Aros); el *Cono* (*fig.* 107), variedad de amento, en el cual las escamas que acompañan á las flores hembras están muy desarrolladas y son, por lo común, leñosas (Pino, Abeto, Alerce).



Fig. 108. — *Corimbo del cerezo.*

Corimbo. — El *corimbo* es una inflorescencia análoga á la del racimo, en el cual los pedúnculos florales nacen de separados puntos del tallo florífero, pero todos ellos llegan á la misma altura, constituyendo allí un grupo de flores que forman una superficie plana ó ligeramente convexa. Ejemplo : el Saúco, el Manzano, el Cerezo (*fig.* 108).

Umbela. — La *umbela*, cuando es simple, es un modo de inflorescencia en que los pedúnculos florales, de igual longitud, forman los radios de la umbela, los cuales parten del vértice truncado del tallo florífero, de tal suerte que las flores se encuentran en una misma superficie plana ó ligeramente combada. Ejemplo : la Hiedra, Butomo ó Junco florido (*fig.* 109).

La umbela *compuesta*, muy extendida, es aquella en que la extremidad de cada pedúnculo lleva á su vez una pequeña umbela. Ejemplo : la Zanahoria, la gran Cicuta (*fig.* 110), el Anís, etc.

Capítulo. — Llámase *capítulo* la inflorescencia en que las flores, sin pedúnculo, se hallan insertas en gran



Fig. 109. — *Umbela simple del junco florido.*



Fig. 110. — *Umbela compuesta de la gran cicuta.*

número sobre un disco ó receptáculo común rodeado de brácteas que forman un *involucro*. Eejemplo : el *Cardo* (*fig.* 111).



Fig. 111. — *Capítulo de cardo.*

Advertencia. — En las inflorescencias precedentes, el eje primario ó tallo florífero no lleva directamente flor alguna : termina en una yema, y las flores están unidas á la planta mediante un pedúnculo real, como en el racimo, ó abortado, como en la espiga. Estas inflorescencias son llamadas *indefinidas*, porque el crecimiento del tallo florífero no es suspendido ni limitado por una flor.

Las inflorescencias *definidas* ó *cimas* son aquellas en que los ejes floríferos, que soportan los pedúnculos, se hallan limitados por una flor.

Cima. — La *cima* es una inflorescencia definida, en la cual el tallo florífero principal y los pedúnculos terminan cada uno en una flor, que lleva en su base dos brácteas,

de cuyas axilas nacen nuevas flores dispuestas como las primeras. Ejemplo : la Centaura menor (*fig.* 112).

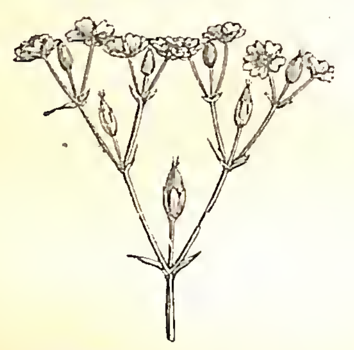


Fig. 112. — *Cima bipara de la centaura menor.*



Fig. 113. — *Cima unipara del miosotis.*

ADVERTENCIA. — La cima es llamada *bipara* cuando, como en la Centaura menor, nacen de cada lado del tallo florífero ó de sus divisiones dos flores diametralmente opuestas. Si las flores salen de un solo lado y una á una, se llama cima *unipara*. Ejemplo : el Miosotis (*fig.* 113)

Envolturas florales.

70. Cáliz. — Hemos visto que las envolturas florales comprenden los dos verticilos exteriores de la flor : el *Cáliz* y la *Corola*.

El *cáliz*, generalmente verde, es la envoltura exterior de la flor, y forma el primer verticilo. Está compuesto de diversas piezas que representan otras tantsa hojas más ó menos modificadas llamadas *sépalos*.



Fig. 114. — *Cáliz dialisépalo de un alhelí.*



Fig. 115. — *Cáliz gamosépalo de un clavel.*

Cuando los sépalos son libres, bien distintos los unos de los otros, el cáliz es *dialisépalo* (*fig.* 114). Ejemplo : el Alhelí.

Cuando los sépalos están soldados entre sí en una extensión más ó menos grande, el cáliz se llama *gamosépalo* (*fig.* 115). Ejemplo : el Clavel.

El *cáliz gamosépalo* puede ser regular é irregular. Es regular cuando está compuesto de sépalos iguales y simétricamente dispuestos: ejemplo : la Rosa, el Clavel; é irregular cuando los sépalos son desiguales y no observan simetría entre ellos, como la Salvia, el Acónito.

En lugar de ser verdes, los sépalos toman á veces los tintes de los pétalos, y son *petaloideos* (Azucena, Jacinto, Tulipán, Lirio).

La estructura de los sépalos es análoga á la de las hojas (parenquima clorofílico, estomas y haces liberoleñosos).

71. Corola. — La *corola* es la envoltura interior ó segundo verticilo de la flor. De tejido blando y delicado, presenta



Fig. 116. — *Corola dialipétala regular (rosa).*

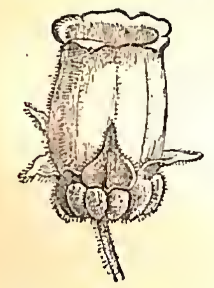
Fig. 117. — *Corola gamopétala regular (tabaco).*

Fig. 118. — *Corola dialipétala amariposada (guisante).*

de ordinario brillantes y variadísimos colores. Está formada de cierto número de piezas denominadas *pétalos*, que no son más que hojas modificadas.

Los pétalos, como los sépalos del cáliz, pueden permanecer libres y distintos ó soldarse entre sí formando una especie de estuche. En el primer caso, es designada la corola con el nombre de *dialipétala* (*fig.* 116); en el segundo, es llamada *gamopétala* (*fig.* 117).

Las corolas han recibido, según sus formas, diversos nombres. Llámase corola *amariposada*, cuando semeja alas de mariposa (Guisante, Judía, y las leguminosas en general, *fig*. 118); *campanulada*, cuando tiene forma de campana (Albohol, Campánula, *fig*. 119); *infundibuliforme*. cuando es semejante á un embudo (el Tabaco, *fig*. 117); *bilabiada* ó de dos labios (la Salvia, el Romero, la Melisa, *fig*. 120);







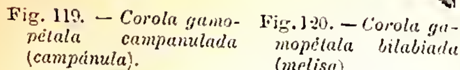


Fig. 119. — *Corola gamopétala campanulada (campánula).*

Fig. 120. — *Corola gamopétala bilabiada (melisa)*

Fig 121. — *Corola gamopétala personada (boca de dragón).*

personada ó enmascarada, cuando en cierto modo nos recuerda el hocico de un animal (la Linaria. la Boca de dragón, *fig*. 121); *rosácea*, cuando tiene forma de rosetón (el Manzano, Agavanzo, *fig*. 116).

Las células del parenquima de los pétalos difieren del de las hojas en que carecen de clorofila, la cual es reemplazada, en los leucitos, por ricas materias colorantes.

Órganos de la fecundación.

72. Estambres. — Hemos llegado á los dos últimos verticilos de la flor, importantes en extremo, puesto que las envolturas florales no son más que órganos de protección y, por decirlo así, accesorios.

Los estambres, que constituyen el tercer verticilo, despiden el polvo masculino ó fecundante. Los carpelos del cuarto verticilo segregan los óvulos, cada uno de los cuales contiene una gruesa célula destinada á ser fecundada y á constituir el *huevo* que formará el embrión de la semilla, el cual, más tarde, bajo la influencia de la germinación,

dará origen á una nueva planta, semejante á la de donde procede.

Designase con el nombre de *Androceo* el conjunto de estambres.

Cada estambre se compone de tres partes principales: 1º la *Antera*; 2º el *Polen*; 3º el *Filamento*.

La *antera* es un pequeño saco membranoso, á veces simple, pero ordinariamente doble ó de dos cavidades. Estas dos cavidades son adosadas la una á la otra ó reunidas entre sí por un cuerpo llamado *conectivo*, que es el prolongamiento del haz libero-leñoso del filamento. Cada una de estas cavidades se halla dividida á su vez en dos *sacos polínicos* (*fig.* 122).

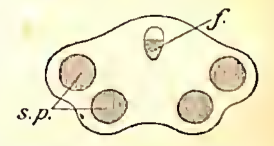


Fig. 122. — *Corte transversal de una antera.*

f. Haz libero-leñoso que forma el conectivo. — *s. p.* Sacos polínicos.

La antera contiene el *polen* ó polvo fecundante de los vegetales. En la época de la fecundación se abren las cavidades de la antera para dejar escapar esta materia, que se halla bajo la forma de finísimo polvo. Por lo común, la abertura ó *dehiscencia* de las cavidades es *longitudinal*, y se



Fig. 123 — *Estambre.*

1. Antera. — 2. Granos de pólen muy agrandados, salidos de la antera. — 3. Filamonto. — 4. Conectivo.

(*Dehiscencia longitudinal*).

Fig. 124. — *Anteras que se abren por dos pequeños orificios situados en su vértice* (*patata*).

(*Dehiscencia porícida.*)



Fig. 125. — *Antera que se abren por una valva* (*laurel*).

(*Dehiscencia valvaria.*)

abre por una hendidura indicada anteriormente por el surco que presenta una de las caras de cada cavidad (*fig.* 123). Se llama *introrso* el estambre, cuando dicha hendidura mira hacia el centro de la flor, y *extrorso* cuando está vuelta hacia afuera.

Algunas veces la dehiscencia de la antera, llamada *poricida*, se verifica por un pequeño orificio ó poro que se forma en su vértice, como se observa en la Patata, Brezo, etc. (*fig.* 124). Puede ser además *valvaria*, y se efectúa por una especie de valva que se levanta lateralmente (*fig.* 125). Esta última disposición se advierte en muchas plantas de la familia de las Laurineas.

La forma de las anteras es generalmente oblonga, pero puede ser ovoidea ó globulosa. El conectivo que une las cavidades es, igualmente, susceptible de variar mucho en su forma y dimensiones. Las anteras de una misma flor se sueldan algunas veces entre sí formando un tubo cilíndrico. Esta disposición es común á todas las plantas de una vasta familia, la cual, por tal razón, lleva el nombre de familia de *Sinantéreas* ó *Compuestas*.

El *polen*, como hemos dicho, es la materia fecundante de los vegetales. Preséntase bajo la forma de granulillos excesivamente pequeños, ordinariamente amarillos, contenidos en las cavidades de la antera. Por lo general, estos gránulos son libres y distintos unos de otros, formando así un polvo que se escapa de las cavidades de la antera en la época de la fecundación. En algunos casos, se encuentran soldados y reunidos entre sí mediante una materia viscosa y elástica, y su conjunto forma una masa llamada *polínea*, que se amolda á las paredes de las cavidades. Esta última disposición del pólen pertenece á la familia de las Orquídeas.

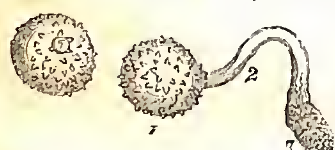


Fig. 126. — *Granos de polen vistos con el microscopio.*
1. Exina. — 2. Intina formando hernia.

Los granos del polen son generalmente ovoideos ó globulosos; sus dimensiones varían entre diez y cien milésimas de milímetro.

Cada grano de polen (*fig.* 126) se compone de dos membranas; la una exterior, á la que se ha dado el nombre de *exina*, y la otra interior llamada *intina*. La membrana exterior es cutinizada, bastante dura y poco elástica, y presenta frecuentemente numerosas espinas y algunos poros. La membrana interior es, por el contrario, fina, transparente y muy elástica, y contiene en su cavidad un protoplasma granuloso.

Cuando se coloca un grano de polen en una superficie húmeda, no tarda en hincharse. Se ve entonces (*fig.* 126) á la membrana interna salir á través de los poros ó rasgaduras de la membrana externa y alargarse en forma de tubos.

El *filamento* (*fig.* 123) es el sostenedor de la antera. Está formado de un hilo más ó menos largo, compuesto de un haz libero-leñoso recubierto de epidermis. A veces, por el contrario, se ensancha á manera de los pétalos, con los cuales, por otra parte, tiene mucha analogía. Nada más común, en efecto, que ver los filamentos de los estambres transformarse en pétalos. Asi, en las hermosas flores dobles, la Rosa, el Clavel, la de la Adormidera, etc., tan considerable multiplicación de pétalos es debida á una metamor-



Fig. 127. — *Estambres monodelfos (malva).*



Fig. 128. — *Estambres diadelfos (poligala).*



Fig. 129. — *Estambres polia delfos (melaleuca, de la familia de las mirtáceas).*

fosis regresiva de los estambres, cuyas anteras abortan y cuyos filamentos se ensanchan tanto como las láminas petaloideas.

Los filamentos de los estambres se sueldan algunas veces formando uno ó diversos haces. Cuanto estos filamentos no constituyen más que un solo haz, los estambres se llaman *monadelfos*; ejemplos : la Malva, la Malva real, etc. (*fig.* 127). Cuando se sueldan en dos haces distintos, dichos estambres se llaman *diadelfos*; ejemplos : la Fumaria, la Poligala, la Alubia, etc. (*fig.* 128). Por último, se llaman *poliadelfos*, cuando los filamentos forman tres ó mayor número de haces; ejemplos : los Corazoncillos y algunos géneros de la familia de las Mirtáceas (*fig.* 129).

Á veces puede faltar el filamento, y entonces la antera es sesil: tal se observa en algunas plantas de la familia de las Coníferas.

Los estambres se hallan siempre soldados, mediante su filamento, á la cara interna de la corola, cuando ésta es gamópela.

El número de estambres que puede contener una flor es en extremo variable. Algunas flores no encierran más que uno; ejemplo : el Sauce, la Valeriana roja, etc.; otras llevan muchos centenares, como la Adormidera, los Cactos, las Peonias, etc. Cuando el número de estambres se halla limitado entre uno y diez, es fijo constantemente; pero pasando de diez llega á ser irregular y variable de una á otra flor de la misma planta.

73. Carpelos y Pistilo. — Los *carpelos*, órganos femeninos de los vegetales, forman el cuarto verticilo situado en el centro mismo de la flor y designado con el nombre de *Gineceo* ó *Pistilo*. Nos serviremos de este último nombre, que es el más comúnmente empleado.

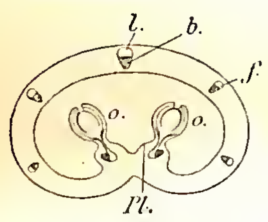


Fig. 130. — *Corte transversal del ovario de un carpelo, formado por una hoja replegada sobre su nervura media y cuyos bordes están soldados entre si.*

l. Liber. — *b.* Madera. — *f* Haz liberoleñoso. — *o.* Ovulo unido al borde de la hoja por la placenta *Pl.*

Cada carpelo debe ser considerado como una hoja modificada, cuyo limbo se repliega sobre si mismo al nivel de la nervura media. En cada borde del limbo se desarrolla una hilera de corpúsculos llamados *óvulos*, primeros rudimentos de las semillas; de tal suerte que dos hileras de óvulos se encuentran encerradas en la cavidad formada por la hoja cuyos bordes se hallan soldados (*fig.* 130). Supongamos además que la nervura media se prolonga en un filamento llamado *estilo*, abultado en su extremidad, denominado *estigma*, y tendremos un carpelo completo ó pistilo simple. Ejemplo · la vaina de la Alubia.

El carpelo, pues, como el estambre, se compone de tres partes principales, á saber : 1º el *Ovario* ó cavidad cerrada que contiene los óvulos; 2º el *Estilo*, que es un prolongamiento filiforme del vértice del ovario, 3º el *Estigma*, en que termina el estilo.

El pistilo puede no estar formado más que de un solo

carpelo (*pistilo simple*), como se observa, por ejemplo, en el Guisante, en la Alubia ó en otras plantas de la familia de las Leguminosas (*fig.* 131); pero, por lo común, está constituído por diversos carpelos, los cuales permanecen libres y distintos ó se sueldan entre sí más ó menos completamente.

Á veces no se verifica la soldadura más que respecto á los ovarios solamente; otras veces comprende los ovarios y los estilos; ó, por último, es completa, y comprende los ovarios, los estilos y los estigmas; pero en todos los casos resulta un cuerpo único, un *pistilo compuesto*, en el cual se distinguen igualmente tres partes: el ovario, el estilo y el estigma (*fig.* 132).

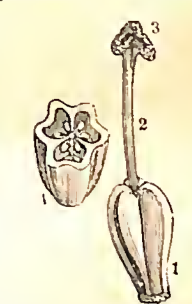


Fig. 131. — *Pistilo simple de una leguminosa, formado de un solo carpelo (alubia).*

1. Ovario abierto longitudinalmente para mostrar los óvulos. — 2. Estilo y estigma.

Fig. 132. — *Pistilo compuesto de tres carpelos soldados (Azucena).*

1. Ovario — 2. Estilo. — 3. Estigma — 4. Corte transversal del ovario.

La soldadura de los carpelos de un pistilo compuesto puede verificarse por sus caras laterales. El corte del ovario de la Azucena, por ejemplo, muestra tres cavidades separadas por tabiques; los óvulos ocupan un eje central (*fig.* 132).

Por el contrario, si los carpelos se sueldan por sus bordes, el ovario constituye una sola cavidad, y los óvulos se hallan colocados en sus paredes, en tres ó muchas hileras igualmente espaciadas. Tal es el ovario de la Violeta (*fig.* 133), compuesto, como el de la Azucena, de tres carpelos.



Fig. 133. — *Ovario compuesto de la violeta con una sola cavidad, formada por tres carpelos soldados entre sí por sus bordes.*

El ovario, al desarrollarse, llega á ser el fruto, y los óvulos constituyen las semillas

Cuando el ovario está situado en medio de la flor, que

es cuando los estambres, la corola y el cáliz se insertan debajo de él, se dice que es libre ó *súpero* (*fig.* 134)

Cuando el ovario se halla adherido á los estambres, á la corola y al cáliz, que parecen implantados encima ó alrededor de él, se dice que es *adherente* ó *infero* (*fig.* 135). Estos son importantes caracteres de clasificación.

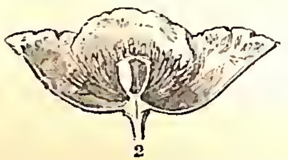


Fig. 134. — *Ovario libre ó súpero de una flor de adormidera.*

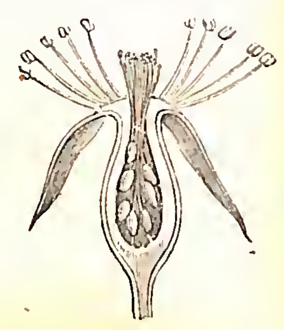


Fig. 135. — *Ovario infero (rosal).*

Placentación. — Los ovarios se hallan insertos en el punto de unión de los dos bordes de las hojas carpelares mediante un cuerpo especial denominado *placenta* Cuando la hoja carpelar está completamente replegada de manera que sus bordes se sueldan en forma de ángulo correspondiante al eje de la flor, en tal ángulo se encuentra situada la placenta, que es entonces *axil.* Si el ovario consta de muchas cavidades, las placentas estarán en los ángulos de reunión de cada cavidad, es decir, hacia el medio del ovario (*fig.* 132) Mas puede ocurrir, como ya hemos dicho, que los

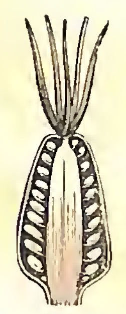
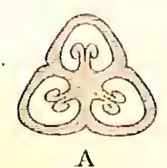


Fig. 136. — *Ovario ó placentación central.*



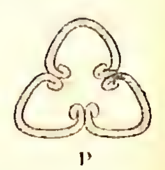


Fig. 137. — *Placentaciones : Axil* A, *Parietal* P.

tabiques que separan las cavidades se detengan en su desarrollo y desaparezcan. Las placentas, primitivamente axiles, formarán entonces en el centro del ovario

una sola masa cargada de óvulos (*fig.* 136), sin conexión lateral con las paredes de la cavidad; este modo de distribución de los óvulos recibe el nombre de placentación *central*. Finalmente, cuando las hojas carpelares permanecen planas y se sueldan lateralmente por sus bordes contiguos para constituir un ovario compuesto, pero de una sola cavidad, las placentas se hallan situadas en la pared misma del ovario en los puntos de soldadura de los carpelos, y reciben el nombre de *parietales*, como en la Adormidera, la Violeta, la Centaura menor (*fig.* 133).

Admítense tres modos de placentación: placentación *axil*, placentación *central* y placentación *parietal*; pero será mejor no admitir más que dos, la axil y la parietal (*fig.* 137), ya que la placentación central no es más que una simple modificación de la placentación axil.

Estructura del pistilo. — Como lo demuestra la *fig.* 130, la estructura de un carpelo hace recordar la de una hoja (parénquima, estomas y haces líbero-leñosos). Su cavidad no se comunica, en general, con el estilo, pues este conducto está lleno de células que se disuelven, se resorben en el momento de la fecundación para dejar paso al tubo polínico y nutrirle. En el estigma hay células de forma oblonga que segregan un líquido viscoso destinado á unir y humedecer los granos del pólen.

74. Óvulo. — Hemos dicho que los óvulos están destinados á formar las semillas. En la época de la fecundación se compone cada uno de ellos (*fig.* 138, 139, 140) de cuatro partes principales: 1º las *Envolturas*; — 2º la *Nuececilla*; — 3º el *Saco embrionario*; — 4º el *Funículo*.

Envolturas. — Las envolturas, dos en número, se llaman: la externa, *primina*, y la interna, *secundina*. La externa está recorrida por vasos; la interna no es vascular. Estas membranas presentan en el vértice del óvulo una abertura, la *micrópila*.

Nuececilla. — La nuececilla, pequeña masa ovoidea de tejido celular, forma antes de la época de la fecundación casi la totalidad del óvulo; pero, en este momento, se desarrolla en ella una célula muy espaciosa, llamada *saco embrionario*.

Saco embrionario. — Esta cavidad, abierta hacia el vértice de la nuececilla, encierra, arriba, tres células formadas de un núcleo rodeado de protoplasma, sin envoltura de celu-

losa. La célula del medio de mucha mayor importancia, es la más gruesa, y la que, por efecto del contacto de uno de los tubos polínicos introducidos por la micrópila, dará origen al embrión. Llámase Oosfero. Las células laterales se llaman *sinérgidas*, y otras tres células análogas, colocadas en el otro extremo del saco embrionario, son denominadas *antipodas*. Por último, el núcleo llamado *secun-*

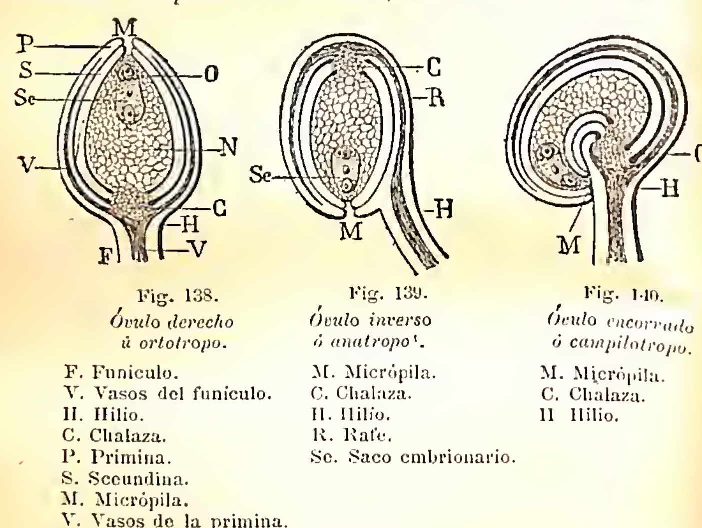


Fig. 138. *Óvulo derecho ú ortotropo.*

F. Funículo.
V. Vasos del funículo.
H. Hilio.
C. Chalaza.
P. Primina.
S. Secundina.
M. Micrópila.
V. Vasos de la primina.
N. Nuececilla.
Se. Saco embrionario.
O. Oosfero.

Fig. 139. *Óvulo inverso ó anatropo*[1].

M. Micrópila.
C. Chalaza.
H. Hilio.
R. Rafe.
Se. Saco embrionario.

Fig. 140. *Óvulo encorvado ó campilotropo.*

M. Micrópila.
C. Chalaza.
H Hilio.

dario, que se ve en el centro mismo del saco embrionario, formará el albumen de la semilla.

Funículo. — Aunque puede ser sesil, el óvulo se halla frecuentemente unido á la placenta por un cordón vascular denominado *funículo*. El *hilio* es el punto de unión del funículo con el óvulo. Los haces libero-leñosos del funículo se extienden únicamente por el tejido de la primina

Llámase *chalaza* (C, *fig.* 138) el plano á nivel del cual se confunden el tejido celular del hilio y el de la nuececilla.

Generalmente el hilio y la chalaza se hallan sobre-

1. Respecto á los óvulos inverso y encorvado, no ponemos más que las otras principales, que indican la relativa disposición de las partes.

puestos; pero ésta puede hallarse bastante alejada del hilio, y para llegar á él, las fibras del funículo forman en el tejido de la primina una protuberancia, muy perceptible en ciertas semillas, llamada *rafe*.

Advertencia. — Cuando la micrópila se halla opuesta al hilio y á la chalaza, el óvulo es *recto* ú *ortotropo* (*fig.* 138); ejemplo : el Ruibarbo. Si el óvulo se encorva sobre sí mismo, de manera que la micrópila, el hilio y la chalaza se encuentren muy próximos, se llama óvulo *encorvado* ó *campilotropo* (*fig.* 140), ejemplo : la Alubia. Si la micrópila, siempre opuesta á la chalaza, se acerca notablemente al hilio, el óvulo es *inverso* ó *anatropo* (fig. 139); ejemplos : el Eléboro, el Limón. En estos últimos óvulos, llegados al estado de semilla, es donde se observa la protuberancia del prolongamiento del funículo formando un *rafe*.

75. Flores incompletas, monoicas y dioicas. — Hemos visto que toda flor completa está formada de cuatro verticilos, comprendiendo : el cáliz, la corola, los estambres y el pistilo central.

Pero ocurre que una ó dos de estas partes faltan en una flor.

Cuando los estambres y el pistilo no están rodeados más que de una sola envoltura, se llama siempre *cáliz*, cualquiera que sea su color. La flor se denomina entonces *apétala* (sin pétalos).

Si fácilmente no se pueden distinguir los sépalos de los pétalos, si el cáliz y la corola son sensiblemente del mismo tinte, se dice que la flor tiene *perianto*. Tales son el Tulipán, el Jacinto, la Azucena, y, en general, las plantas agrupadas bajo el nombre de Monocotiledóneas.



Fig. 141. — *Familia de las Amentáceas.*

1. Flores del avellano : *a*. Flores de estambres en amento; *b*. Flores de pistilo en capítulo. — 2. Flor estaminada del amento.

Con mucha frecuencia los estambres y el pistilo se hallan

juntos en una misma flor, la cual se llama *hermafrodita*. Pero en determinadas especies, estos órganos se encuentran separados en dos flores diferentes, llamadas *unisexuales*. Las plantas que presentan esta última disposición se han dividido en plantas monoicas, dioicas y polígamas.

Plantas monoicas son las que tienen flores machos y flores hembras agrupadas en un mismo individuo (*fig.* 141); ejemplos : el Carrizo, la Encina, el Avellano y el Ricino.

Plantas dioicas son aquellas cuyas flores machos y flores



Fig. 142. — *Cáñamo.*
1. Pie hembra — 2. Pie macho

hembras se encuentran en dos individuos distintos y separados (*fig.* 142); ejemplos : el Cáñamo, la Mercurial, el Muérdago, la Datilera, el Pistachero.

Plantas polígamas son las que tienen á la vez flores machos, flores hembras y flores hermafroditas juntas en un mismo individuo ó dispuestas en pies diferentes; ejemplos : el Fresno, la Parietaria, la Cruciata.

76. Movimientos de los órganos de las flores. — No siendo los pétalos más que flores modificadas, presentan, como éstas, movimientos. Así se ve al collarete de las Velloritas y á la corola campanulada de las Enredaderas cerrarse cuando llega la noche para volverse á abrir cuando llega

el día. Los Dondiegos de noche se abren, por el contrario, por la noche y se cierran por el día.

Los órganos de reproducción en los vegetales ejecutan frecuentemente en el momento de la fecundación movimientos espontáneos que tienen por objeto facilitar el ejercicio de esta función. Se ven estambres inclinarse hacia el estigma para cubrirle de su polvo fecundante, y volver á tomar su primera posición: este fenómeno es muy acentuado en la Fraxinela, la Ruda, el Berberis y en muchos otros vegetales. Algunas veces son los estilos y los estigmas los que, al principio enderezados en haz en el centro de la flor, se doblan é inclinan hacia afuera para acercarse à los estambres y ponerse más fácilmente en contacto con el polen: esto se observa en la Arañuela, los Cactos, y el Onagro, etc. Citemos, además, como ejemplo de los movimientos que presentan los órganos de las flores, el estigma de los Mimulos, planta de la familia de las Escrofulariáceas. Este estigma está formado de dos láminas, ordinariamente aislada una de otra; si se toca ligeramente una de estas láminas, ó si algún grano de polen cae sobre su cara interna, se las ve en seguida enderezarse y unirse una á otra; así permanecen durante cierto tiempo; después vuelven á tomar su primitiva posición para acercarse de nuevo, si se reproduce la misma causa de excitación.

77. Nectarios. — Desígnanse con el nombre de *nectarios* (*fig.* 143) pequeños órganos glandulosos que tienen algunas flores. Estos órganos desempeñan la función de segregar un líquido viscoso y azucarado (néctar), del cual se alimentan ciertos insectos, en especial las mariposas y las abejas. La forma y disposición de los nectarios son muy variables: bien se les encuentra en la base de los estambres, como en el Laurel; bien se hallan en derredor ó debajo del pistilo; ó ya están situados en el ovario, en la corola ó en el cáliz. Lo más común es que se desarrollen en los apéndices que ofrecen ciertas flores, como los espolones de la Ancolia, Espuela de caballero,

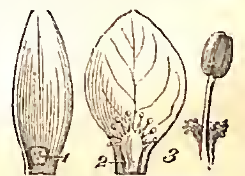


Fig 143. — *Nectarios.*

1. Nectario colocado en la base de un sépalo. — 2. Nectario colocado en la base de un pétalo. — 3 Nectarios al rededor del filamento de un estambre.

Capuchina, en el fondo de los cuales el líquido segregado encuentra un receptáculo donde se acumula.

Funciones de la flor; reproducción.

78. Funciones de los diversos órganos florales. — El papel esencial de la flor es la fecundación de los óvulos contenidos en el ovario del pistilo, y la formación consecutiva de la semilla y del fruto.

Ya sabemos que las envolturas florales, cáliz y corola, no son más que órganos de protección, sobre todo en la yema, para los estambres y el pistilo. Cuando la flor se abre, estas envolturas son un encanto á nuestra vista. Después de la fecundación, se inutilizan, se marchitan y caen; sin embargo, algunas veces el cáliz subsiste en el fruto.

Los estambres y el pistilo son las partes esenciales de la flor; presiden la fructificación, es decir, la transformación del ovario en fruto y de los óvulos en semillas. Demuéstrase esto por numerosos experimentos:

1º Cortando todos los estambres de una flor antes de la abertura de las anteras y la caída del polen que encierran, y tomando las precauciones necesarias para que esta flor no reciba polen de las flores contiguas, permanecerá estéril: su ovario no se transformará en fruto;

2º Si se extiende en el estigma de una flor, antes que llegue á ella el polen, una delgada capa de barniz para hacerle impermeable é impedir que los granos del polen penetren, la flor permanece estéril: su ovario no se convierte en fruto.

La fructificación comprende, pues, dos fases distintas: la *Polinización* y la *Fecundación ó formación del huevo*.

79. Polinización. — La *polinización*, ó transporte de los granos de polen de las anteras al estigma, puede ser directa ó cruzada.

Es *directa*, en las flores hermafroditas, cuando el polvo fecundante cae normalmente de la antera al estigma colocado debajo, disposición que es la más frecuente. En el caso contrario, la agitación producida por el viento basta para hacer subir á los granos de polen al estigma más elevado que las anteras, y la polinización es siempre directa.

En algunos casos los estambres se encorvan momentáneamente para llegar á colocarse sobre el estigma en el momento de la dehiscencia y asegurar así la fecundación.

La polinización es *cruzada* en las plantas monoicas y dioicas de flores unisexuales. Lo es también en las flores hermafroditas, cuyas anteras y cuyos pistilos no han llegado á sazón en el mismo momento. Es preciso entonces que se verifique el transporte del polen de una flor macho á un pistilo de flor hembra, ó el transporte del polen de una antera, ya en sazón, al pistilo, también en sazón, de otra flor.

Los granos de polen son transportados de una flor á otra por el viento y por los insectos, con frecuencia á grandes distancias. Los insectos, particularmente las abejas, las avispas y los abejorros, al hundirse hasta el fondo de las corolas para libar el néctar, comprimen y rompen las anteras cuyo polen se les extiende por todo el cuerpo, y, así cargados, van á transportar el polvo fecundante á los estigmas de otras flores de la misma especie ó de especie muy parecida. La visita de las abejas es reconocida como muy importante para la fertilización de los tréboles.

La *polinización artificial* es un procedimiento de transporte, por medio de las manos del jardinero, del polen de una flor al estigma de otra flor de especie muy allegada ó parecida, para crear plantas *híbridas*.

Véase cómo se procede para obtener estas híbridas, que hoy desempeñan un importantísimo papel, sobre todo en viticultura :

De un racimo ó conjunto de flores de una planta de vid americana, cuyas flores apenas han llegado á abrirse, se quita cuidadosamente con finas tijeras todos los estambres ; después, tomando otro racimo de flores bien abiertas de una plantación francesa, se la sacude sobre la primera, de manera que el polen de la flor francesa caiga en los pistilos de la flor americana. Envuélvese en seguida en un saco de fina tela el racimo polinizado artificialmente á fin de que no llegue á él el polen de ninguna otra flor, y se le deja desarrollar. Cuando llega la madurez, se recogen las semillas, se las siembra y se obtienen de este modo plantas híbridas franco-americanas inmunes á la filoxera.

Estas plantas híbridas pueden ser injertadas; pero, tambien frecuentemente, son *productoras directas*, sin injerto,

y el valor de sus productos está en razón del valor de los padres de la hibrida cuyas cualidades reune.

80. Fecundación y formación del huevo. — Cuando el grano del polen cae en un estigma, queda adherido allí por las espinas y asperidades de su túnica externa, como igualmente por la viscosidad de la secreción de las oblongas células del estigma entre las cuales se introduce (*fig.* 144). Bajo la influencia del líquido alimenticio que suministra el estigma, el grano de polen germina, y su túnica interna emite afuera un prolongamiento, relativamente muy largo y excesivamente fino, que pasa á través de los poros de la exina. Este *tubo polínico* ábrese camino á través de las células nutritivas que forman el *tejido conductor* del estilo, á expensas de las cuales se nutre absorbiéndolas. Dicho tubo llega de este modo al ovario hasta el óvulo. Para la fecundación completa son precisos tantos tubos polínicos como óvulos.

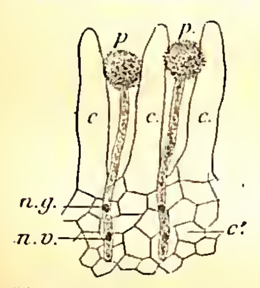


Fig. 144 — *Granos de polen, muy agrandados, entre las células alargadas del estigma.*

p. Granos de polen. — *c.* Células alargadas del estigma. — *n. g.* Núcleo generador. — *n. v.* Núcleo vegetativo. — *c'* Células conductoras del estilo.

El tubo polínico, dirigido hasta el óvulo por entre el tejido conductor del estilo, le penetra por la micrópila y llega así á la nuececilla, al saco embrionario y, por último, al oosfero.

De los dos núcleos que se encuentran en el tubo polinico (*fig.* 144), el primero, llamado *vegetativo n. v.*, se resorbe y desaparece cuando el tubo ha llegado á tocar la micrópila del óvulo; pero el segundo, el núcleo *generador* propiamente dicho *n. g.*, se encorva, toma la forma de arco y penetra en el oosfero. De la fusión de estos dos elementos — el núcleo generador del tubo polínico y la célula superior ú oosfero del saco embrionario — resulta el *huevo*, el cual formará el embrión ó plántula de la semilla.

Advertencia. — Hemos de advertir de antemano que el núcleo generador, á pesar de su forma arqueada ó de

tirabuzón, se diferencia de los anterozoides de las Criptógamas (*véase* el Cap. VIII): 1º en que jamás se halla libre, sino encerrado en un tubo hasta el oosfero; y 2º en que no está provisto de pestañas vibrátiles propias para la locomoción.

81. Modo de reproducción en las Gimnospermas. — La fecundación del óvulo desnudo, no contenido en un ovario cerrado, de las Gimnospermas es análoga á la de las Fanerógamas angiospermas Insistiremos, no obstante, en señalar algunas diferencias. Las flores de estambres, generalmente situadas en el vértice de las ramas, son amarillentas y en forma de espigas; las flores de óvulos, situadas más abajo, tienen la forma de cono y la apariencia de escamas colocadas entre duras y espesas brácteas que constituyen la piña. Cada escama lleva dos óvulos, y cada óvulo presenta un ala (*fig.* 145), cuando llegan al estado de semilla, para facilitar su dispersión por el viento.



Fig. 145 — *Óvulos desnudos en una escama de piña.*

El óvulo no tiene más que una sola envoltura, y su micrópila, muy ensanchada, se denomina *cámara polínica c. p.* (*fig.* 146). La *nuececilla n.*, muy adelgazada en su parte superior, encierra un saco *embrionario s. e.* que se ensancha mucho y se llena de un tejido celular especial, la *endosperma en* De las células de esta endosperma, que son de diez á doce, se diferencian además unos particulares cuerpos pequeños vesiculares, llamados *corpúsculos c.*, cada uno de los cuales contiene un *oosfero o.* propio para experimentar la acción del núcleo generador del tubo polínico y convertirse en huevo Cada semilla contiene una decena de embriones;

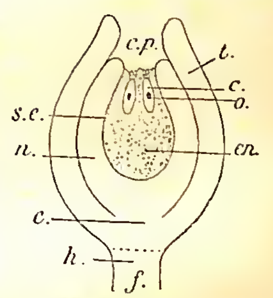


Fig. 146. — *Óvulo de gimnosperma.*

c. p. Cámara polínica. — *s. e.* Saco embrionario. — *en.* Endosperma. — *c.* Corpúsculo, — *o*, Oosfero. — *c.* Chalaza. — *h.* Hilio — *f* Funículo — *t* Tegumento único

pero entre todos ellos uno solo es susceptible de germinar.

Hemos de hacer notar aún que el núcleo generador del tubo polínico permanece encerrado y presenta una superficie lisa como en las Fanerógamas.

En gran número de Coníferas, llegando las flores machos á sazón dos meses próximamente antes que las flores hembras, los granos de polen permanecen durante ese tiempo en la cámara polínica antes de enviar sus tubos fecundantes sobre los corpúsculos.

En la familia de las Cicasas, que forman parte del grupo de las Gimnospermas, aparecen en el modo de reproducción dos importantísimas modificaciones, pues ellas van á establecer, bajo este aspecto, la transición entre las Fanerógamas y las Criptógamas : 1º el tubo polínico no penetra más que hasta la nuececilla y no llega á tocar al corpúsculo; 2º el núcleo generador que de él sale, es, pues, libre en gran parte del camino para ir á tocar al corpúsculo y, además, su superficie está provista de pestañas vibrátiles. Estos son, como veremos, los caracteres de los *anterozoides*, elementos machos de las Criptógamas.

RESUMEN

I. Distínguense dos modos de reproducción respecto á los vegetales : 1º la *Multiplicación vegetativa* (Reproducción por estacas, Acodo, Injerto); 2º la *Reproducción* propiamente dicha por *huevos* y por *esporas*.

II. La flor no es un órgano especial, sino un conjunto de hojas más ó menos profundamente modificadas. Se compone de cuatro verticilos alineados concéntricamente, y son, de dentro afuera : 1º los *Sépalos* del *Cáliz*; 2º los *Pétalos* de la *Corola*; 3º los *Estambres* del *Androceo*; 4º los *Carpelos* del *Pistilo*.

III. Llámase *inflorescencia* el modo de agruparse las flores en una planta. Raramente nacen las flores del mismo tallo florífero, sino que están á él unidas mediante un *pedúnculo* herbáceo. En la inserción del pedúnculo floral en el tallo florífero ó eje primario se encuentra siempre una hoja modificada, llamada *bráctea*.

IV. Los principales modos de inflorescencia son el *racimo*, la *espiga*, el *corimbo*, la *umbela*, el *capítulo* y la *cima*.

V. El *cáliz* es la envoltura exterior de la flor. Está compuesto de diversas piezas que representan otras tantas hojas modificadas, denominadas *sépalos*.

VI. Llámase *gamosépalo* el cáliz, cuando las piezas que le constituyen están soldadas entre sí, y se le denomina *dialisépalo* cuando tales piezas son libres y distintas.

VII. Lo *corola* es la envoltura interior de la flor, y se halla compuesta, como el cáliz, de diversas piezas denominadas *pétalos*.

VIII. Se dice que la corola es *gamopétala*, cuando sus pétalos se hallan soldados entre sí, y se llama *dialipétala*, cuando sus pétalos son libres.

IX. Los *estambres* forman, yendo de fuera adentro, el tercer verticilo de la flor, al cual se ha dado el nombre de *androceo*. Cada estambre se compone de tres partes : la *antera*, el *filamento* y el *polen*.

X. Los *carpelos* constituyen el verticilo central de la flor, denominado *pistilo*. Cada carpelo se compose de tres partes : el *ovario*, el *estilo* y el *estigma*.

XI. Puede el pistilo no estar formado más que de un solo carpelo (*pistilo simple* de las leguminosas); pero ordinariamente se halla constituido por diversos carpelos, ya libres y distintos unos de otros (ranúnculo), ya soldados entre sí más ó menos completamente, de tal modo que forman un cuerpo único, un *pistilo compuesto* (pistilo de la azucena).

XII. El pistilo comprende tres partes, como los carpelos que le constituyen : el *ovario*, en el fondo, coronado de uno ó de varios *estilos*, ó de uno ó de varios *estigmas*.

XIII. Se llama *placenta* el cuerpo celuloso que sirve para unir los óvulos al centro ó á las paredes del ovario. Conforme á cada una de estas disposiciones, la *placentación* es denominada *axilar* ó *parietal*.

XIV. La acción recíproca de los estambres y de los carpelos tiene por objeto la fecundación de los óvulos contenidos en el ovario.

XV. Ocho son las partes que se distinguen en el óvulo : 1° el *funículo*, cordón vascular que liga al óvulo con la placenta; 2° el *hilio*, punto de inserción del funículo en el óvulo; 3° la *nuececilla*, pequeña reunión de tejido conjuntivo que forma la mayor parte del óvulo; 4° la *chalaza*, ó lugar de fusión del tejido celular del hilio y del de la nuececilla; 5° el *saco embrionario*, que contiene el *oosfero*; 6° la *primina*; 7° la *secundina*; 8° la *micrópila*, abertura superior del óvulo.

XVI. Según su disposición, el óvulo se llama : *recto* ú *ortotropo*; *inverso* ó *anatropo*; *encorvado* ó *campilotropo*.

XVII. Es incompleta una flor, cuando no está formada de cuatro verticilos (el cáliz, la corola, los estambres y el pistilo). Si no hay más que una sola envoltura floral, se la llama cáliz, y se dice que la flor es *apétala*. Si el cáliz y la corola no son distintos el uno de la otra, su conjunto se llama *perianto*. Las flores que no tienen más que estambres, se llaman machos ó *estaminadas*; y las que sólo tienen un pistilo sin estambres, hembras ó *pistiladas*.

XVIII. Dícese que una planta es *monoica* cuando lleva á la vez flores machos y flores hembras (el maíz, el melón), y *dioica* cuando no tiene más que flores machos ó flores hembras (el sauce, la higuera).

XIX. Las plantas *polígamas* llevan á la vez flores machos, flores hembras y flores hermafroditas reunidas en un mismo individuo ó dispuestas en pies diferentes (fresno).

XX. La fructificación comprende dos previas fases distintas: la *Polinización* y la *Fecundación* ó *formación del huevo*.

XXI. La polinización puede ser *directa*, *cruzada* ó *artificial*.

XXII. El polen contenido en las anteras dehiscentes de los estambres está formado de granos microscópicos. Estos granos, ya cayendo directamente o siendo llevados por el viento y los insectos, llegan al estigma, se hunden en la substancia viscosa que el estigma segrega, y se alongan en un largo prolongamiento filiforme extremadamente fino, el cual recorre el estilo y llega así al óvulo, donde se encuentra, en el *saco embrionario*, con el *oosfero*, en que penetra para constituir el huevo. En estas circunstancias puede verificarse la fructificación: el ovario llega poco á poco á transformarse en fruto, cuyos óvulos son las semillas.

XXIII. El modo de reproducción en la familia de los Cicasos de las Gimnospermas, establece la transición entre la reproducción de las Fanerógamas y la de las Criptógamas.

CAPÍTULO VII

FRUTO, SEMILLA y GERMINACIÓN

Transformación del ovario en fruto. — Clasificación de los frutos. — Transformación del óvulo en semilla; descripción del embrión ó plántula. — Descripción de la semilla madura; semillas con albumen ó sin albumen. — Vida en suspenso de la semilla. — Germanición. — Fenómenos fisiológicos que acompañan á la germinación.

El Fruto.

82. Transformación del ovario en fruto. — Cuando los prolongamientos de los granos del polen llegan á tocar los óvulos, la flor se marchita, se aja, y bien pronto no queda más que el ovario, el cual engrosa gradualmente y se transforma en fruto.

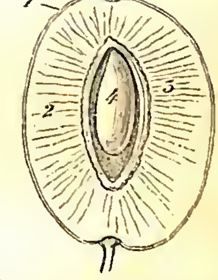


Fig. 147. — *Sección longitudinal de un fruto (ciruela)*

1. Epicarpio. — 2. Mesocarpio. — 3. Endocarpio que forma el hueso. — 4. Semilla llamada almendra

Su pared toma entonces el nombre de *pericarpio*, y los óvulos llegan paulatinamente á ser *semillas*, encerrando cada una el germen ó embrión de una plántula semejante á la planta madre.

De los frutos, unas veces comemos el pericarpio, como en la pera, y otras la semilla, como en las nueces y en las castañas.

El pericarpio de un fruto (*fig.* 147) comprende tres partes distintas: el *epicarpio* ó epidermis, que quitamos de la pera antes de comerla; el *mesocarpio*, parte carnuda de la pera ó de la ciruela, que se come, ó la envoltura verde de las nueces y las castañas; el *endocarpio*, parte interior, coriácea, que rodea las pepitas de la pera ó constituye la madera de las nueces y de los diversos huesos, cuya *almendra* está constituída por la semilla.

82. Clasificación de los frutos. — Divídense los frutos en dos grupos primordiales, según la estructura de su pericarpio :

1° Los frutos **carnosos;**
2° Los frutos **secos.**

Frutos carnosos. — Los frutos carnosos son aquellos cuyo pericarpio es grueso, carnudo y, por lo común, suculento. No se abren por sí mismos, son indehiscentes; pero cuando llegan á madurar, se disgregan pudriéndose, dejando así libres las semillas. Se distinguen dos principales variedades de frutos carnosos :

1° La **baya;**
2° La **drupa.**

La *Baya* es un fruto que pertenece á gran número de plantas. Su pericarpio es completamente carnoso, blando y suculento, de una ó varias cavidades. Está desprovisto de hueso. Ejemplos : la uva (*fig.* 148), las grosellas, los tomates, la belladona y el melón.

La *Drupa* es un fruto cuyo pericarpio, muy desarrollado,



Fig. 148. — *Racimo de uvas*

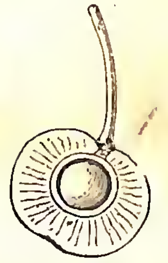


Fig. 149 — *Drupa (cereza)*

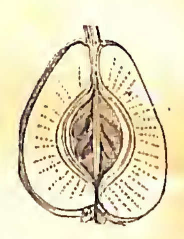


Fig 150. — *Pera, baya de muchas pepitas*

es carnoso y suculento, pero se vuelve leñoso por dentro, constituyendo un hueso que envuelve y protege la semilla ó almendra. Ejemplos : la cereza (*fig.* 149), la ciruela (*fig* 147), el albaricoque y melocotón.

La *Nuez* es una drupa cuya pared carnuda, no comestible, está menos desarrollada y permanece siendo

coriácea. Ejemplos : el fruto del almendro, del nogal y del cocotero.

Entre los frutos carnudos, citaremos además los del manzano, del peral (*fig.* 150), que son bayas de diversos granos llamados *pepitas*

FRUTOS-SECOS. — El grupo de frutos secos comprende los frutos cuyo pericarpio se seca cuando llega á sazón. Este grupo se subdivide en dos clases :

1º Los **frutos secos indehiscentes**, que no se abren cuando llegan á madurez;

2º Los **frutos secos dehiscentes**, que se abren cuando llegan á madurez para dejar escapar las semillas.

1º *Frutos secos indehiscentes.* — Los frutos secos *indehiscentes* forman tres especies : la *Cariópside*, el *Aquenio* y la *Sámara*.

La *Cariópside* (*fig.* 151) es un fruto seco de una sola



Fig. 151. — *Cariópside del trigo en el que la semilla se confunde con el pericarpio*



Fig. 152. — *Aquenio cortado longitudinalmente para mostrar que la semilla es distinta del pericarpio.*



Fig. 153. — *Sámara (fruto del olmo).*

semilla, cuyo pericarpio, delgado y membranoso está íntimamente soldado y confundido con ella; es el fruto de las gramíneas : el trigo, la avena, el arroz, el maíz, etc.

El *Aquenio* (*fig.* 152) es un fruto seco que no contiene más que una sola semilla, pero cuyo pericarpio es distinto y puede ser fácilmente separado. Tal es el fruto del girasol, de la acedera, de los cardos, etc.

La *Sámara* (*fig.* 153) es un fruto seco de una sola cavidad que contiene una ó varias semillas, y cuyo pericarpio se extiende lateralmente á manera de lámina ó ala membranosa más ó menos desarrollada. Ejemplos : el fruto del arce y del olmo.

2º *Frutos secos dehiscentes.* — Los frutos secos dehiscentes forman cinco especies principales : el *Folículo*, la *Vaina*, la *Cápsula*, la *Silicua* y el *Pixidio*.

El *Folículo* (*fig.* 154) es un fruto seco de una sola cavidad que contiene varias semillas en dos hileras, y cuyo pericarpio se abre en una sola valva por una hendidura longitudinal, tendiendo de este modo á tomar la forma primitiva de la hoja. Ejemplos : el fruto de la ancolia, de la espuela de caballero, del eléboro, etc.

La *Vaina* ó *legumbre* (*fig.* 155) es un fruto seco de una



Fig. 154. — *Folículo* (*eléboro*).



Fig. 155 — *Vaina* (*alubia*).



Fig. 156. — *Cápsula de la azucena.*



Fig. 157. — *Silicua* (*fruto de una crucífera*).

sola cavidad que contiene dos hileras de semillas, tan juntas que parecen no ser más que una solamente, y que se abre en dos valvas por dos hendiduras longitudinales : tal es el fruto de todas las plantas de la familia de las Leguminosas, como el guisante, el haba, la judía, etc.

La *Cápsula* (*fig.* 156) pertenece á muchas plantas. Está formada por varios carpelos soldados entre sí de tal manera que constituye un delgado pericarpio de una ó varias cavidades, las cuales contienen bastante número de semillas. La dehiscencia de este fruto se verifica generalmente por hendiduras longitudinales que cortan el pericarpio en otras tantas valvas. Algunas veces, sin embargo, la dehiscencia se realiza por aberturas existentes en el vértice de la cápsula como en la adormidera.

La *Silicua* (*fig.* 157) es un fruto seco, por lo general alar-

gado, compuesto de dos carpelos soldados lateralmente, y se abre en dos valvas. Su cavidad se halla dividida en dos departamentos por una delgada lámina que se dirige paralelamente á las valvas, y á cada lado de tal lámina se encuentran las semillas. La silicua pertenece exclusivamente á las plantas de la familia de las Crucíferas, tales como el alhelí, la col, el berro, etc.

El *Pixidio* (*fig.* 158) es un fruto seco, globuloso, de una ó varias cavidades que contienen siempre cierto número de semillas. Este fruto tiene esta característica : en vez de abrirse por hendiduras longitudinales y paralelas á su eje, se abre transversalmente por una escisión circular, formando así dos valvas superpuestas, la superior de las cuales semeja una tapadera ú opérculo, como en una caja de polvos de arroz. Esta especie de fruto se encuentra en el beleño, en el anagálide rojo, en la verdolaga, etc.

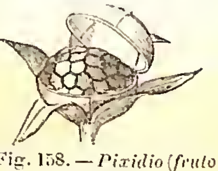


Fig. 158. — *Pixidio (fruto de un anagálide rojo).*

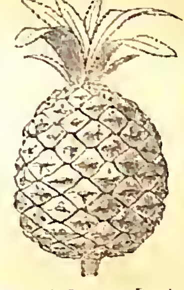


Fig. 159. — *Fruto de inflorescencia (anana).*

Advertencia. — Llámanse frutos de inflorescencia los que están formados por todas las flores agrupadas de una misma inflorescencia y no por una sola flor como las precedentes. Ejemplos : el *Higo*, la *Mora* del moral, que es preciso no confundir con la mora de las zarzas, la *Anana* (*fig.* 159), los *Conos* de *pino* y de *abeto*, etc.

Partes comestibles de los frutos. — Las partes alimenticias de los diferentes frutos de que el hombre y los animales se alimentan, varían mucho. Así, nosotros comemos el *mesocarpio* en la cereza, melocotón, albaricoque, pera, manzana, melón, calabaza y níspero; la *almendra*, en la nuez, avellana, marrón, castaña, etc.; la *pulpa*, que llena las cavidades del pericarpio, en la naranja y el limón; el *receptáculo* de la flor desarrollada y convertida en suculenta, en la fresa; el *fruto todo entero*, en la frambuesa, mora, higo, uva, grosella, anana, etc.

Usos de los frutos. — El zumo del racimo, después de haber experimentado la fermentación alcohólica, da el vino; gualmente, el jugo de las manzanas suministra la sidra, y el de las peras su particular sidra. La destilación de los frutos fermentados da alcohol. Frescos, secos ó confitados, los frutos son agradables al gusto y alimentan por la glucosa que contienen.

La Semilla.

84. Transformación del óvulo en semilla. — Recordaremos que el óvulo, en el momento de la fecundación, comprende : 1º un *Tegumento* formado de dos envolturas; 2º una abertura, la *Micrópila*; 3º una masa de tejido celular, la *Nuececilla*, en el espesor de la cual está el *saco embrionario*, que contiene el *Oosfero* arriba y el *Núcleo secundario* en el centro; 4º como parte accesoria, el *Hilio*, que le une á la *Placenta* y por ésta, á las paredes del ovario.

Véanse las transformaciones que se operan *después de la fecundación*. El tegumento del óvulo llega á ser el tegumento de la semilla y no se compone generalmente más que de una sola membrana; respecto á la micrópila, redúcese ésta hasta el punto de ser casi invisible. La nuececilla es, por lo común, más ó menos completamente resorbida para dejar sitio al desarrollo del albumen contenido en el saco embrionario y al desarrollo del huevo que va á formar el embrión. El núcleo secundario central del saco embrionario se multiplica por escisiparidad, y sus células se cargan de reservas alimenticias — almidón, aceite, aleurona — para constituir el albumen destinado á nutrir al embrión, durante el período de germinación. Este nuevo tejido es el que absorbe y digiere, por decirlo así, la nuececilla.

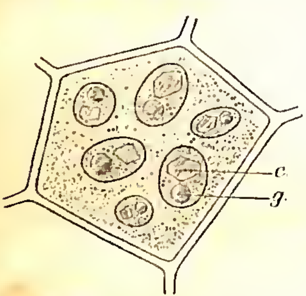


Fig. 160. — *Granos de aleurona contenidos en una célula de albumen.* *c.* Cristaloide. — *g.* Globoide.

Entre las substancias nutritivas acumuladas en el albu-

men, en mayor ó menor cantidad, hay una, de naturaleza albuminoidea, que solamente se encuentra en las semillas de los vegetales: es la *Aleurona*. Obsérvasela, en las células de las semillas, en estado de granos microscópicos solubles en el agua é insolubles en la glicerina, líquido en el que se les puede examinar. Se demuestra entonces que la mayor parte de los granos de aleurona (*fig*. 160) contienen pequeños glóbulos (*globoides*), formados en gran parte de fosfato de cal, y una substancia albuminoidea mal definida, llamada *cristaloide*, porque está limitada por superficies planas.

Hemos llegado á la transformación capital que se opera en el óvulo cuando la fecundación: la del oosfero, llegado á ser huevo, en *Embrión* ó *Plántula*. La *Célula-huevo* se divide al principio en dos celdas superpuestas, superior la una, vuelta hacia la micrópila, é inferior la otra. La célula superior, al multiplicarse, da lugar á un fino ligamento que parece partir de la micrópila llamado *suspensor*. La célula inferior se multiplica igualmente y se convierte al principio en una pequeña masa ovoidea de tejido celular, que se llama *Embrión*, unido al ligamento suspensor. La forma globulosa del embrión se modifica muy pronto se alarga del lado del ligamento suspensor y se abulta por el lado opuesto en dos redondas prominencias. Entre estas prominencias aparece bien pronto una pequeña eminencia cónica (*fig*. 161).

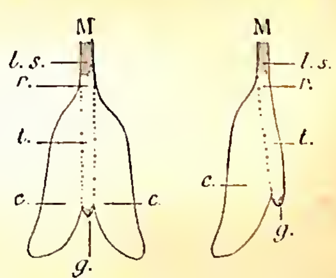


Fig. 161. — *Embrión con uno ó con dos cotiledones*.

M. Micrópila. — *l. s.* Ligamento suspensor. — *r.* Raicilla. — *t.* Talluelo. — *g.* Gémula. — c. Cotiledón.

Desde entonces las células del tejido celular, que primitivamente constituyen el embrión, se diferencian, y se pueden distinguir allí cuatro regiones:

En un mismo eje, la *Raicilla*, dirigida hacia el ligamento suspensor y la micrópila, el *Talluelo* y la *Gémula* ó yema terminal del embrión;

Á cada costado del eje, dos hojas rudimentarias llamadas

Cotiledones. En gran número de plantas, las *Monocotiledóneas* el embrión no tiene más que un solo cotiledón.

A medida que el embrión se desarrolla, se va nutriendo á expensas del albumen. Dos casos pueden entonces presentarse :

1° El embrión digiere completamente el albumen y se

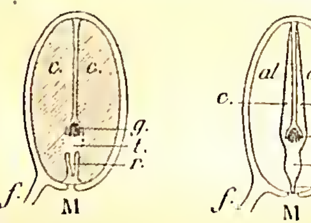


Fig. 162. — *Semilla sin albumen (alubia)*

M. Micrópila. — *f*. Funiculo. — *r*. Raicilla. — *t*. Tallucio. — *g*. Gémula. — *c*. *c* Cotiledones.

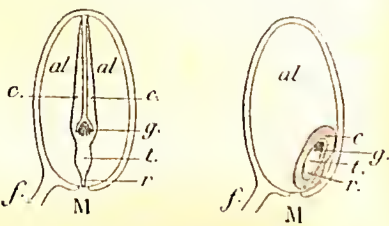


Fig. 163. — *Semillas con albumen.*

Ricino (*dicotiledónea*) : M Micrópila. — *f*. Funiculo. — *r*. Raicilla. — *t*. Tallucio. — *g*. Gémula. — *c*. *c*. Cotiledones. — *al*. Albumen. Trigo (*monocotiledónea*).

asimila las reservas alimenticias en sus cotiledones, los cuales han llegado á ser gruesos y carnudos, como se ve en la familia de las Leguminosas (*fig*. 162);

2° El embrión no absorbe más que muy pocas reservas alimenticias, y por ende, sus cotiledones permanecen delgados, membranosos, y la semilla contiene un albumen voluminoso (*fig*. 163)

85. Semilla madura. — La semilla madura presenta un tegumento y una almendra que encierra el embrión El tegumento es por lo común formado de una sola envoltura, la *Testa*, que tiene la cicatriz del hilio y generalmente, muy junta ú opuesta, la casi invisible de la micrópila. Cuando el hilio se halla opuesto á la chalaza, sus fibras libero-leñosas forman bajo el tegumento, para tocar la chalaza, una eminencia llamada *Rafe*, muy visible en las semillas de los limones (*fig*. 164).

Las semillas presentan generalmente costillas, aristas, pliegues y, algunas veces, apéndices de forma y consistencia variadas. Ora semejan estos apéndices alas membra-

nosas; ora son crestas, barbas, pelos y filamentos, como se observa en diversas especies del género Sauce. Se sabe que el *algodón* no es otra cosa que el vello ó pelusilla fina y espesa que envuelve las semillas del Algodonero, arbusto de la familia de las Malváceas. Los filamentos que consti-



Fig. 164 — *Semilla de limón*
1. Hilio. — 2. Rafe. — 3. Chalaza opuesta al hilio.



Fig. 165. — *Semilla de trigo hendida longitudinalmente.*
1. Embrión. — 2. Albumen.

tuyen este vello son blancos, sedosos, ligeramente rizados y provistos de dentellones visibles con el microscopio. Estos dentellones son los que le hacen á propósito para ser hilado y tejido.

La *almendra* es toda la porción de semilla cubierta con su tegumento. Se compone con mucha frecuencia de dos partes, el *albumen* y el *embrión* (*fig.* 165); á veces es una sola parte, el *embrión*, la que constituye la totalidad de la almendra (Alubia).

Fig. 166. — *Embriones.* — 1. *Embrión monocotiledóneo* (*semilla de arena*).
a. Albumen. — *c. g. r.* Embrión. — *c.* Cotiledón. — *g.* Gémula y talluelo. — *r.* Raicilla.
— 2. *Embrión dicotiledóneo de la alubia en vías de germinación.*
c. c. Cotiledones. — *g.* Gémula. — *t.* Talluelo. — *r.* Raicilla.

En la presencia de uno ó dos cotiledones, unidos al talluelo del embrión, se basa la división de las plantas fanerógamas en dos grandes grupos: las plantas *Monocotiledóneas* y las plantas *Dicotiledóneas* (*fig.* 166).

Las semillas de las Coníferas, Pinos y Abetos, pueden presentar cada una hasta ocho y diez embriones; pero solo uno entre ellos es susceptible de desarrollarse, siendo los demás resorbidos.

Advertencia. — El embrión se llama *homotropo*, cuando tiene la misma dirección que la semilla; *antitropo*, cuando las dos direcciones son opuestas; *anfitropo*, cuando, encorvado sobre sí mismo, rodea el albumen, correspondiendo al hilio sus dos extremidades.

Distínguense dos especies de semillas, según que tengan ó no albumen.

Semillas con albumen. — En estas semillas, el albumen ó substancia nutritiva rodea el embrión, pero no forma cuerpo con él. El uno ó los dos cotiledones, según que la planta es mono ó dicotiledónea, son generalmente delgados ó foliáceos, y toman del albumen las materias nutritivas necesarias á la germinación. Ejemplos: *plantas de dos cotiledones*, el Ricino (*fig.* 167), el Clavel y la Estafisagria; *plantas de un solo cotiledón*, las Gramíneas en general.



Fig. 167. — *Semilla de ricino abierta longitudinalmente.* a. Albumen. — c.c. Cotiledones. — g. Gémula. — t. Talluelo. — r. Raicilla.

El albumen es el que provee la substancia harinosa ó aceitosa que se saca de estas especies de semillas.

Se dice que el albumen es *harinoso*, cuando es rico en almidón (Cereales); *oleaginoso*, cuando es bastante graso para poder extraer de él aceite (Colza, Lino, Ricino), y *córneo*, cuando llega á ser duro, lignificado, como en el Café.

Semillas sin albumen. — Los cotiledones, gruesos y carnosos, contienen entonces substancias nutritivas y alimentan á la planta durante la germinación. Ejemplos: *plantas de dos cotiledones*, las Alubias, los Guisantes y las Leguminosas en general; *plantas de un solo cotiledón*, la Sagitaria ó Flecha de agua.

Germinación

86. Vida detenida ó en reposo de la semilla. — Una semilla madura, mientras que es apta para germinar, es viva, respira; pero esta vida es muy reposada, y los cambios gaseosos con el medio ambiente son excesivamente débiles.

Demuéstrase esta respiración, encubierta por decirlo así, colocando tres porciones, de igual peso, de semillas : la primera, en un frasco abierto y expuesto con amplitud al aire libre ; la segunda, en un frasco herméticamente tapado ; la tercera, en otro frasco lleno de anhidrido carbónico y perfectamente cerrado. Si se examinan al cabo de dos años estos tres lotes de semillas, se comprobará : 1º que el aumento de peso es nulo en el gas carbónico, muy débil en el aire confinado, y mucho más notable en el aire libre; 2º que el aire confinado ha perdido oxigeno y se ha enriquecido de gas carbónico, prueba evidente del cambio gaseoso respiratorio : 3º que haciendo germinar á estas semillas, se observan grandes diferencias entre los tres lotes. Las semillas en contacto con el gas carbónico están muertas, mientras que la mitad, próximamente, de las que han permanecido en el aire confinado, y la casi totalidad de las otras, que han quedado expuestas al aire libre, pueden todavia germinar.

La duración de la vida detenida de una semilla madura, esto es durante el tiempo que permanece apta para germinar, es muy variable. Depende, sobre todo, de la conservación intacta de las reservas nutritivas de la semilla.

Las semillas de albumen córneo, como el café, no son aptas para germinar más que durante muy poco tiempo. Es preciso sembrarlas casi en seguida que maduran, cuando se desprenden del árbol. Las semillas oleaginosas no conservan tampoco largo tiempo el poder de germinar, pues sus principios grasos se oxidan y arrancian al contacto del aire. Las semillas harinosas, como el trigo, puestas al abrigo de la humedad, pueden conservar su poder germinativo durante muchos siglos.

87. Germinación. — La *germinación* de una semilla es el paso de su estado de vida detenida ó en reposo al de vida activa.

Dos suertes de condiciones son necesarias para que se verifique el fenómeno : 1º *condiciones internas*, dependientes de la semilla misma ; 2º *condiciones externas*, inherentes al medio en que la semilla se encuentra.

Puede decirse que el periodo de la germinación está limitado por el tiempo durante el cual la nueva planta se nutre de las reservas alimenticias acumuladas en la semilla.

Condiciones internas. — Tres son estas condiciones: 1° la madurez de la semilla, generalmente completa cuando espontáneamente se desprende: 2° su buen estado, lo cual se prueba poniéndola en agua, donde debe permanecer sumergida, excepción hecha de las semillas oleaginosas cuya densidad es menor que la del agua; 3° la conservación del poder germinativo, tanto más seguro cuanto más reciente es la semilla.

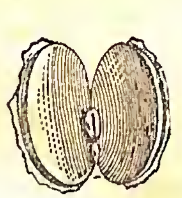
Condiciones externas. — Tres elementos son necesarios para la germinación de una semilla: el *agua*, el *oxígeno* y el *calor*.

1° *Agua.* — Las semillas no germinan sin humedad; por lo tanto, para conservarlas, es necesario guardarlas en sitio seco. No debe ser excesiva la humedad, porque pudriría las semillas.

2° *Oxígeno.* — El oxígeno es indispensable para la respiración de la planta durante el periodo de germinación. Por esta causa, es preciso no sepultar profundamente las semillas en tierra muy apisonada; pues, no penetrando el aire, no podrían respirar.

3° *Calor.* — Las sementeras se verifican en primavera y en otoño, cuando la temperatura es propicia. No debe ésta, en efecto, ser ni demasiado baja ni demasiado elevada. La temperatura media para la germinación es próximamente 15°.

88. Fases de la germinación. — Si una alubia ha permanecido en arena ó musgo húmedos durante dos ó tres días,



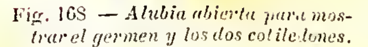


Fig. 168 — *Alubia abierta para mostrar el germen y los dos cotiledones.*



Fig. 169. — *Alubia comenzando á germinar*

su envoltura se rasga fácilmente, y la semilla puede ser dividida en dos partes espesas y carnudas llamadas *cotile-*

dones (*fig.* 168). Entre estos dos cotiledones, cerca del punto de unión del *Hilio* de la alubia, percíbese el *Germen* ó *Embrión* (*fig.* 169).

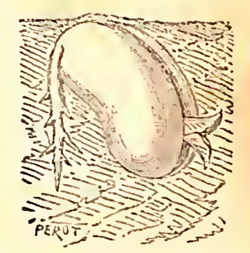
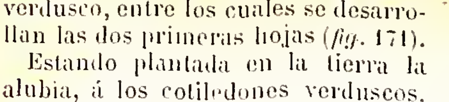
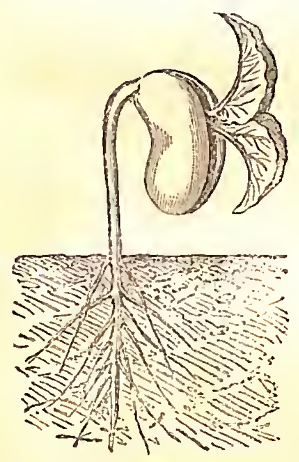


Fig. 170. — *Germinación más avanzada de la alubia.*

Pasado algún tiempo, la raiz se alarga y las dos hojitas de la gémula comienzan á mostrarse entre los dos cotiledones (*fig.* 170). Por último, mientras que la raiz se hunde en el musgo y allí se ramifica, el talluelo se eleva, llevando consigo, fuera del musgo, la alubia dividida en dos cotiledones, que han tomado un color verdusco, entre los cuales se desarrollan las dos primeras hojas (*fig.* 171).



Estando plantada en la tierra la alubia, á los cotiledones verduscos, salidos ya del suelo, se les ve arrugarse y marchitarse, habiendo suministrado su contenido para la alimentación



g. 171. — *Alubia salida de la tierra.*

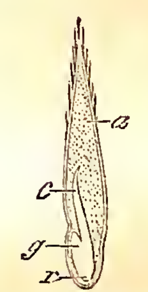


Fig. 172. — *Embrión de un grano de avena.*

a. Albumen. — *c. g. r* Embrión. — *c.* Cotiledón. — *g.* Talluelo y gémula. — *r.* Raicilla.

de la tierna planta. Pronto caerán, y entonces habrá terminado el periodo de germinación. En adelante vivirá la planta de los elementos que ella tome del suelo por sus raíces y del aire por sus hojas.

Por lo tanto, la semilla es la que alimenta á la planta durante la germinación.

Hendiendo con cuidado en sentido de su largura un grano de trigo ó de avena, previamente remojado é hinchado en el agua (*fig.* 172), encontraremos igualmente un embrión alojado dentro de la substancia nutritiva ó *albumen*, destinada á nutrirle durante el periodo de germinación.

El cotiledón foliáceo de un grano de avena es el que va poco á poco á absorber este albumen, y la planta se nutrirá de él hasta que pueda vivir por medio de sus hojas y raices. El grano de trigo ó avena (*fig.* 173) no sale de la tierra como el de la alubia; su cotiledón se aja dentro del suelo cuando ha llegado á ser inútil.



Fig. 173. — *Grano de trigo permaneciendo soterrado en el suelo durante la germinación.*

Si hendemos longitudinalmente una semilla de ricino, vemos un embrión que tiene dos cotiledones foliáceos en medio de la masa del albumen (*fig.* 167). En este caso, después de cierto tiempo de germinación, los cotiledones salen de la tierra cubiertos de una masa blanquecina de albumen, que es resorbida paulatinamente, y los cotiledones llegan entonces á ser las dos primeras hojas verdes de la planta, en vez de ajarse como en la alubia.

1ª ADVERTENCIA. — El talluelo ó caulículo del embrión suministra la parte del tallo comprendida entre el cuello de la raiz, que se percibe en la zona de la pelusilla absorbente, y los cotiledones (*tallo hipocotileado*); la gémula ó yema terminal da las hojas y la porción de tallo de encima de los cotiledones (*tallo epicotileado*).

2ª ADVERTENCIA. — Cuando el talluelo se alarga, como en la alubia y en el ricino, los cotiledones salen de la tierra y se denominan *epigeos*; cuando el talluelo no se alarga, como en la mayor parte de las monocotiledóneas, el cotiledón se llama *hipógeo*.

89. Fenómenos fisiológicos debidos á la germinación. — Los fenómenos de respiración de la tierna planta determinan un desprendimiento de calor. Hundido un termó-

metro en una porción de semillas en germinación, acusa una sensible elevación de temperatura.

Los otros fenómenos fisiológicos son de naturaleza digestiva, y tienen por objeto hacer asimilables al embrión las reservas alimenticias contenidas en la semilla.

Si la reserva es amilácea, las células segregan *Amilasa*, fermento que transforma el almidón en glucosa asimilable: así, las semillas germinadas tienen un gusto azucarado.

Si la reserva es de sacarosa (azúcar de caña ó de remolacha), las células segregan *Invertina*, fermento que resuelve la sacarosa en glucosa y en levulosa asimilables.

Si la reserva está constituída por un cuerpo graso, las células segregan *Saponasa*, fermento que la resuelve en glicerina absorbible y en un ácido graso, el cual experimenta diferentes transformaciones para ser asimilado.

Si la reserva es azoada, como la aleurona, es *peptonizada*, por decirlo así, por un fermento análogo á la pepsina.

RESUMEN

I. El *fruto* no es otra cosa que el ovario fecundado y llegado á su madurez. Está formado de dos partes: el *pericarpio* y la *semilla*.

II. El *pericarpio* es la parte del fruto que sirve de envoltura á las semillas; consta de una ó varias cavidades y se compone de tres partes: el *epicarpio*, el *mesocarpio* y el *endocarpio*.

III. Divídense los frutos en dos grandes grupos; frutos *carnosos* y frutos *secos*. Los frutos carnosos comprenden la *drupa* y la *baya*; los frutos secos se subdividen en *indehiscentes* (cariópside, aquenio y sámara), y en *dehiscentes* (folículo, vaina, cápsula, silicua y pixidio).

IV. Los *Frutos de inflorescencia* están formados, no por una sola flor, sino por todas las de una misma inflorescencia. Ejemplos: el cono de pino, la anana y el higo.

V. Las semillas son los óvulos que han llegado á madurez.

VI. El *embrión* ó plántula, que encierra toda semilla, proviene de la *célula-huevo* ú *oosfero fecundado*, situado en el vértice del saco embrionario del óvulo. Compónese de cuatro partes: 1° la *raicilla*, de donde nacerá la raiz; 2° el *talluelo*, origen del tallo aéreo; 3° los *cotiledones*, en número de uno ó dos, ya espesos, carnosos, llenos de reservas alimenticias, como en la alubia; ya delgados y foliáceos, como en el trigo y el ricino; 4° la *gé-*

mula, yema apenas visible, que sobresale en el vértice y contiene dos hojas rudimentarias.

VII. En la presencia de uno ó de dos cotiledones, fijos en el talluelo del embrión, se basa la división de las plantas fanerógamas en dos sub-ramas : las *Monocotiledóneas* y las *Dicotiledóneas*.

VIII. Cuando los cotiledones son delgados y foliáceos, el embrión está rodeado en la semilla de una reserva nutritiva, llamada *albumen* por su analogía con la albúmina del huevo de las aves.

IX. Divídense las semillas en dos categorías : *semillas con albumen* y cotiledones foliáceos, por ejemplo : el trigo y el ricino; y *semillas sin albumen* con cotiledones espesos, carnosos y nutritivos, como el guisante y la alubia.

X. Las substancias alimenticias harinosas y oleosas son provistas por los albúmenes ó cotiledones carnosos de las semillas. El albumen de las semillas de trigo y centeno da harina; el de la adormidera y del ricino suministra el aceite de sus respectivos nombres; los cotiledones de la colza el aceite de arder, y los cotiledones de las alubias, guisantes, habas y lentejas, ricos en materias feculentas, son un precioso recurso para la alimentación.

XI. Las condiciones necesarias para la germinación de una planta son : *internas*, ó inherentes á la semilla misma, y *externas*, ó dependientes del medio en que la semilla se encuentra.

Las *condiciones internas* son : la *madurez*, el *buen estado* de la semilla y la *conservación de su poder germinativo*.

Las *condiciones externas* consisten en la necesidad de *agua*, *oxígeno* y *calor* para que la germinación pueda verificarse.

XII. Los fenómenos fisiológicos de la germinación consisten en el desarrollo de calor debido á una respiración activa y en la secreción, por las células de la semilla, de *diastasas* ó fermentos propios para hacer asimilables al vegetal las materias alimenticias en reserva en el albumen ó en los cotiledones.

XIII. La germinación comprende el tiempo durante el cual el embrión se desarrolla y se alimenta á expensas del albumen ó de sus cotiledones. Desde que el vegetal comienza á vivir por sus raíces, cesa el período de germinación.

XIV. Gran número de semillas están provistas de crestas, barbas, pelos y filamentos que favorecen su dispersión por el viento. Ejemplo : las semillas del algodonero de América, cuyos filamentos suministran el algodón ; las semillas del amargón, sauce, de ciertas especies de álamos, etc.

CAPÍTULO VIII

CRIPTÓGAMAS

Comparación de los modos de reproducción en las Criptógamas y en las Fanerógamas. — **Criptógamas vasculares** (Helechos, Asperillas, Licopodios). — **Muscíneas** (Musgos, Hepáticas). — **Talofitas** (Algas, Hongos, Líquenes). — Especies comestibles; intoxicación por los hongos. — **Bacterias**.

Reproducción de las plantas Criptógamas.

90. De los diferentes modos de reproducción en las Criptógamas. — Las *Criptógamas* son plantas desprovistas de embrión, de cotiledones y de flores, generalmente de estructura simple, que presentan las más variadas formas, desde la célula aislada constituyendo un individuo completo hasta el Helecho arborescente de los países cálidos que tiene el aspecto de un árbol.

Las criptógamas más inferiores, entre las Algas y los Hongos, se reproducen mediante corpúsculos muy finos, por lo común microscópicos, llamados *esporas* (de σπορά, semilla). Las esporas aparecen generalmente agrupadas en bolsas especiales (los *esporangios*) que se abren en un momento dado para dejarlas salir.

Las esporas, formadas de una célula con doble envoltura de resistencia, nacen espontáneamente; es un elemento simple de la planta, que se desprende, cae al suelo ó al agua y la reproduce. Las esporas son, por lo tanto, la causa de una generación por medio de un representante único.

Las criptógamas más elevadas, como las Algas, los Helechos, las Asperillas y los Musgos, se reproducen á la vez por esporas y por un *huevo* ó *célula-huevo*, para cuya formación son necesarios dos elementos : 1º los *anterozoides*, comparables á los granos de polen de las Fanerógamas, pero provistos de pestañas vibrátiles dotadas de movimientos en sitio húmedo, encerrados en número variable en saquitos denominados *anteridios*, semejantes á

los sacos polínicos; 2º el *oosfero*, gruesa célula situada en el fondo de un saco, al *arquégono*, que se convierte en huevo después del contacto de uno ó de varios anterozoides. Este modo de fecundación es análogo al de las Fanerógamas, en las que el tubo polínico, saliendo de un grano de polen, se hunde en el estigma y el estilo para llegar al óvulo oculto en el ovario, penetrarle y llegar así hasta el saco embrionario.

Allí, el núcleo macho ó generador sale del tubo y, desempeñando el mismo papel que el anterozoide, va á fusionarse con el oosfero para formar el huevo.

La diferencia más notable entre el anterozoide y el núcleo generador del tubo polínico es que éste no es libre antes de su llegada al oosfero, y que su membrana envolvente es lisa y desprovista de pestañas vibrátiles para la locomoción.

El núcleo generador del tubo polínico de ciertas gimnospermas (los Cicasos), como lo hemos visto en la página 408, llega á ser libre antes de penetrar en el saco embrionario del óvulo y está provisto de pestañas vibrátiles. Es, pues, un modo de reproducción intermedio entre el de las plantas fanerógamas y el de las criptógamas vasculares y tiene, por lo tanto, grandísima importancia.

Las Criptógamas, así como ciertos animales inferiores anteriormente estudiados (pág. 239), ofrecen numerosos ejemplos de *generación alternativa*. Unas veces, como en los Helechos, la planta principal da origen á esporas; de éstas no nacen helechos, sino una especie de hojita verde y escotada en forma de alubia, llamada *protallo*, sujeta al suelo por pelos radiculares. En su cara inferior, siempre muy húmeda, se verifican los fenómenos precedentemente descritos para la formación del huevo, del cual nacerá allí mismo un helecho. Otras veces, como en los Musgos, el huevo se produce en la planta principal y de él nace un *esporógono*, del cual se desprenden esporas que producen Musgos.

Las **Criptógamas** se dividen en tres ramas:

1º Las **Talofitas**;
2º Las **Muscíneas**;
3º Las **Criptógamas vasculares**

Las **Fanerógamas** constituyen la cuarta rama del reino vegetal.

Mas, para mayor facilidad y claridad en la descripción de las plantas Criptógamas, seguiremos un orden inverso al de su clasificación ascendente.

CRIPTÓGAMAS VASCULARES

Las *Criptógamas vasculares*, que tienen hojas, tallos, vasos para la circulación de la savia, y raíces, comprenden tres importantes familias : 1° los **Helechos**; 2° las **Asperillas** ó **Equisetáceas** ; 3° las **Licopodiáceas**.

91. **1° Helechos.** — Son éstos plantas herbáceas y vivaces, cuyas hojas, muy festoneadas, brotan de un rizoma subterráneo provisto de raíces (*fig.* 174). En las

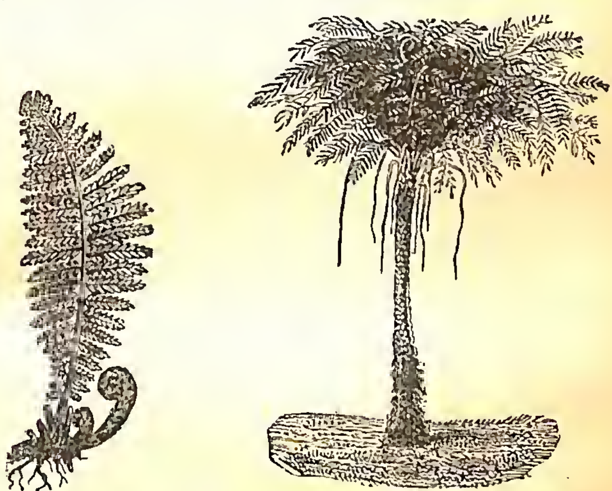


Fig. 174. — *Helecho común.* Fig. 175. — *Helecho arborescente.*

regiones tropicales llegan ciertas grandes especies á ser arborescentes, y su tallo se eleva, como el de las Palmeras, formando un estípite coronado de ancho *bouquet* de follaje (*fig.* 175).

Las hojas de los Helechos tienen por carácter constante el estar arrolladas á manera de cayado, hacia adentro,

antes de extenderse. Sus esporas se hallan alojadas en pequeños esporangios del tamaño de una cabeza de alfiler, agrupados con regularidad en número variable en la cara

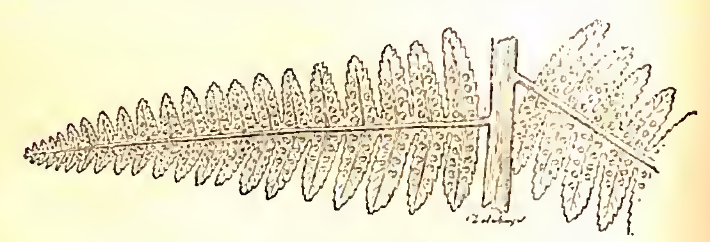


Fig. 176. — *Disposición de las soras en la cara inferior de una hoja de helecho.*

inferior de las hojas, constituyendo conjuntos lenticulares y obscuros, llamados *soras* (*fig.* 176 y 177), protegidas por una fina membrana denominada *indusia.*

Cuando, seco por el calor, se hiende y se entreabre un

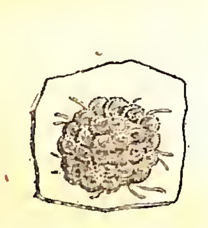


Fig. 177. — *Sora agrandada de un helecho.*



Fig. 178. — *Esporangio entreabierto, muy agrandado.*

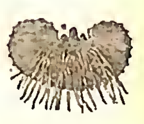


Fig. 179. — *Protalo de helecho.*

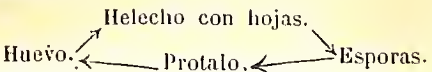
esporangio (*fig.* 178), caen al suelo las esporas en forma de obscuro polvo, excesivamente fino, constituido por granos microscópicos, cada uno de los cuales está formado de una doble envoltura muy resistente y de protoplasma granuloso. Tales esporas producen entonces, como ya hemos dicho, no un helecho, sino una laminita verde, generalmente en forma de alubia, como de un centímetro cuadrado de superficie, unida á la tierra por pelos radiculares (*fig.* 179) y constituyendo una planta completa llamada *protalo.*

El protalo lleva al rededor una sarta de saquitos microscópicos, los *anteridios*, de los cuales se desprenden cuando llegan á madurez los *anterozoides*. En la escotadura ó hilio, en la cara inferior, encuéntrase el orificio de una pequeña urna, el *arquegonio*, en cuyo fondo se halla oculto el *oosfero*. Los anterozoides, filamentos microscópicos, de forma espiral y provistos de pestañas vibrátiles de rapidísimos movimientos, se mueven en la capa húmeda adherida á la cara inferior del protalo, llegan de este modo al arquegonio y penetran hasta el oosfero. De aquí resulta el huevo, del cual nacerá un helecho que parecerá salir del hilio del protalo (*fig.* 180). Este es un notable ejemplo de generación alternante.



Fig. 180. — *Helecho naciendo del borde escotado del protalo.*

Advertencia. — El ciclo de la generación alternante de un Helecho es invariable : la planta cubierta de hojas produce solamente esporas, las cuales dan origen á un protalo que lleva en sus bordes anteridios y un arquegonio. De la fusión, bajo este protalo, de los anterozoides y del oosfero resulta un huevo, de donde nace otro helecho. Este ciclo puede representarse de la manera siguiente :



Especies principales. — El **Helecho macho ó Polipodio común**, cuya raíz es muy usada en medicina como vermífugo; la **Capilar**, ó **Culantrillo**, que sirve para hacer el jarabe pectoral de su nombre, y los **Helechos arborescentes** de los países cálidos.

En los terrenos carboníferos se encuentran numerosas huellas fósiles de Helechos y Asperillas (*fig.* 181), que atestiguan que estas plantas, así como las Coníferas y Cicádeas, han contribuído á la formación de la hulla.

92. 2º **Asperillas ó Equisetáceas.** — Son plantas herbáceas que nacen de un rizoma provisto de raíces y crecen en los sitios húmedos y cenagosos. El tallo de estas plan-

tas es hueco, cilíndrico y estriado longitudinalmente. De distancia en distancia lleva ramos verticilados (tallo estéril) ó simples lengüetas foliáceas (tallo fértil). Los órganos reproductores se hallan en espigas terminales compuestas de escamas que tienen la forma de clavos (*fig.* 182). Debajo de estas escamas se encuentran cápsulas ó *esporangios* dispuestos en una sola hilera circular y conteniendo muy gran número de esporas.



Fig. 181. — *Huella de los Helechos de la hulla. Ramo de Helecho arborescente.*

Estas esporas se diferencian de las de los Helechos : 1º en que están provistas de cuatro filamentillos ó *eláteros*, que ayudan á su dispersión; 2º en que, aunque idénticas



Fig 182. — *Órganos reproductores de la Asperilla.*



Fig. 183 — *Asperilla ó cola de caballo.*

en la forma, brotan al germinar : las unas, protalos machos ó anteridios; y, los otros, protalos hembras con arquegonio.

Especies principales. — La **Asperilla ó cola de caballo** (*fig.* 183); la **Asperilla del limo**, cuyos tiernos brotes se comen á guisa de espárragos en Italia, y la **Asperilla de invierno**, cuya corteza silícea es lo suficientemente dura para poder pulimentar madera y metales.

Advertencia. — La disposición de ciertos ramos en forma de cola de caballo ha hecho que á estas plantas se les de el nombre de *Equisetáceas*, de las palabras *equus*, caballo, y *seta*, erin.

93. 3° **Licopodiáceas.** — Esta familia comprende plantas de tallos ramificados, ya rastreros y extendidos por la tierra, ya elevados y rectos sobre la superficie. Las hojas, pequeñas y muy juntas unas á otras, les semejan á los musgos. Las superiores, agrupadas en espigas terminales, llevan en su axila numerosas cápsulas ovóideas ó globulosas que se abren como una caja por una hendidura transversal y contienen otras muchas cápsulas ó esporangios (*fig.* 184), llenos de polvo amarillo formado de esporas excesivamente finas. Este *polvo de licopodio*, proveniente del *Licopodio en maza*, es muy inflamable y sirve para secar grietas y otras ligeras excoriaciones de la piel.



Fig. 184. — *Licopodio en maza*.

1. Planta entera. — 2. Cápsula que contiene los esporangios. — 3. Esporangio de donde se desprenden las esporas por una hendidura transversal.

Advertencia. — De estas esporas nacen protalos hermafroditas que contienen á la vez anteridios y arquegonios, como los de los Helechos.

Las **Selaginelas**, pequeñas yerbas perennes, cuyo follaje

verde de fino dentelado, forma un lindo césped empleado como adorno en las estufas botánicas, tienen diferente modo de reproducción. Los esporangios de la extremidad de los ramos son más pequeños (*microsporangios*) y encierran esporas más pequeñas (*microsporas*) de color rojo en el período de madurez. Los situados más abajo son mayores (*macrosporangios*) y dan esporas amarillentas más voluminosas (*macrosporas*).

Al germinar, las microsporas producen un protalo macho con un anteridio que contiene anterozoides, y las macrosporas dan un protalo hembra con varios arquegonios.

MUSCÍNEAS

División de las Muscíneas. — Las *Muscíneas*, criptógamas con tallos y hojas, pero sin vasos y sin raíces, comprenden dos grandes familias : 1º los **Musgos**; 2º las **Hepáticas.**

94. 1º Musgos. — Los *Musgos* son pequeñas plantas con tallos y hojas, pero sin flores, sin raíces y sin vasos para la circulación de la savia, lo cual les distingue de los Helechos.

Estas pequeñas plantas verdegueantes están constituidas por un tallo, subterráneo en parte y formando rizoma, que lleva pelos absorbentes ó garfios y no verdaderas raíces. La parte aérea del tallo está provista de hojitas estrechas y apretadas entre sí.

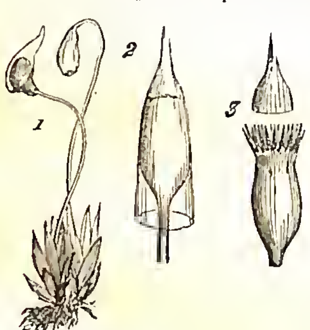


Fig. 185. — *Musgos.*
1. Esporógono. — 2. Abultamiento en forma de urna con su cofia. — 3. Urna abierta.

Los Musgos se reproducen por esporas y por huevos.

El vértice de los tallos lleva en primavera un pequeño verticilo ó roseta de hojas formando canastillo para rodear y proteger los órganos productores: anteridios, que producen anterozoides en forma espiral, de dos pestañas vibrátiles solamente, y arquegonios, que contienen los oosferos.

Sólo un oosfero en cada verticilo es fecundado y se convierte en huevo, de donde nace, en el vértice del tallo, un filamento ó peciolo sin hojas terminado por un abultamiento en forma de urna, llamada *esporógono* (*fig.* 185).

Al principio, el esporógono está coronado de una cofia que no tarda en caer. El vértice de la cápsula, puesto así al descubierto, es cerrado por un opérculo que, á su vez, también se desprende, y la urna abierta del esporógono vierte sobre la tierra un polvo obscuro compuesto de esporas.

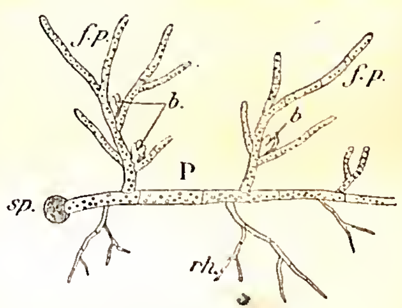


Fig. 186. — *Protonema.*

s. p. Espora. - p. Protonema. — f. p. Filamentos verdes del protonema. — b. Yemas de nuevos musgos. — r. h. Rizomas de color obscuro.

Cada espora, al germinar, extiende en el húmedo suelo una red, más ó menos apretada, de filamentos verdes, especie de talo denominado *Protonema* (*fig.* 186). Este protonema se adhiere á la tierra por pelos de color obscuro llamados *Rizoides*, y de su cara superior nacen yemas que llegan á convertirse en tallitos llenos de musgo.

El protonema es después resorbido, y cada pie de musgo permanece independiente.

Advertencia — El ciclo de la generación alternante de un Musgo es invariable, como el de los Helechos, pero opuesto á este último. La planta con hojas produce anterozoides y arquegonios; después, de la fusión de los anterozoides con un oosfero resulta un huevo generador de un esporógono que contiene esporas, las cuales engendrarán el protonema.

Este ciclo puede representarse de la siguiente manera:

Esporas y Protonema. ↗ Musgo con hojas. ↘ Huevo.
Esporas y Protonema. ↖ Esporógono. ↖ Huevo.

En los Helechos, por el contrario, la planta con hojas produce las esporas y no los anteridios y arquegonios.



Fig. 187. — *Esfana.*

Especies principales. — El **Tricomanes**, el **Hypnum** que sirve para hacer jergones y para calafatear navíos, y las **Esfanas** (*fig.* 187), musgos de agua que se ven en los estanques, en el fondo de los cuales se forma la turba por su acumulación secular y su incompleta carbonización.

95. 2º **Hepáticas.** — Las *Hepáticas*, muy análogas á los Musgos, que viven también en los sitios húmedos, no son más que un simple *talo* como las *Marchantias* (*fig.* 188), ó presentan un tallo hueco, ramificado, provisto de pequeñas hojas imbricadas y dispuestas paralelamente en los dos opuestos lados del tallo, como las *Jungermanias* (fig. 189).

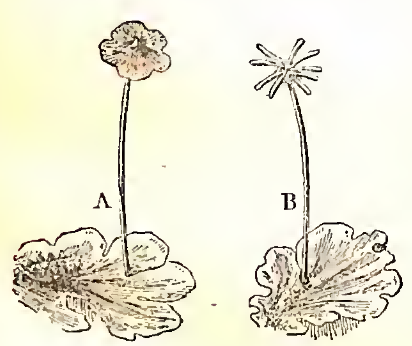


Fig. 188. — *Marchantias.*
A Pie macho. — B. Pie hembra.



Fig. 189. — *Jungermania.*

Las Marchantías son con anteridios unas (A, *fig.* 188), y otras con arquegonios (B). Los esporógonos globulosos se

hallan adheridos por un cortísimo pecíolo á la parte inferior del sombrero de la flor hembra de borde *profundamente* recortado. Estas plantas forman la transición entre los Musgos y las Algas.

TALOFITAS

Caracteres generales. — Esta *primera rama* del reino vegetal no comprende más que vegetales rudimentarios, sin flores, sin hojas, sin tallo y sin raíz, compuestas únicamente de una masa vegetal llamada *Talo*, formada de células semejantes no diferenciadas, de donde toman el nombre de **Talofitas.**

Las Talofitas comprenden tres familias . 1° las **Algas**; 2° los **Hongos**; 3° los **Líquenes.**

96. 1° Algas, — *Algas* son todas las plantas acuáticas que viven en medio de las aguas dulees ó saladas. Desígnanse con el nombre de *Confervas* las que habitan en aguas dulces, y con el de *Fucos* ó *Sargazos* las que habitan en aguas saladas.

Á esta familia pertenecen las plantas de organización más simple. Algunas, en efecto, no consisten más que en una sola célula que forma un individuo completo; otras se hallan compuestas de filamentos simples ó ramos, de lacinias ó expansiones membranosas de forma y color variables, de color verde, obscuro ó rojo.

Las Algas contienen clorofila. Son, pues, capaces de descomponer el gas carbónico que se encuentra en el medio en que se hallan fijas y de asimilarse el carbono; en una palabra, son capaces de vivir por sí mismas, lo cual les diferencia de los Hongos, plantas sin clorofila, esencial mente parásitas.

La clorofila existe en todas las algas. En efecto, si se llega á encender con una cerilla un fragmento obscuro de ova, se le ve verdear, lo cual demuestra que el pigmento obscuro no se halla más que sobrepuesto á la clorofila. Por la misma razón, otras algas marinas de color rojo verdean igualmente por efecto del calor.

Las Algas se reproducen : las especies marinas (Fucos)

por huevos, y las especies de agua dulce (Confervas) por esporas.

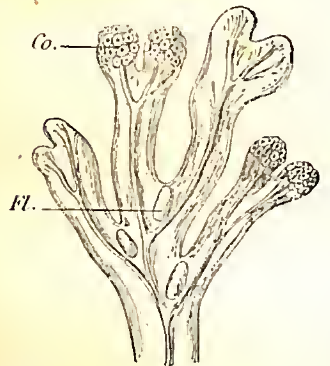


Fig. 190. — *Órganos de reproducción de los Fucos.*

Co. Conceptáculos. — *Fl.* Flotadores.

Reproducción de las especies marinas. — En la extremidad de los ramos ó láminas de los Fucos se observan pequeñas masas globulosas, redondas y acribilladas de orificios (*fig.* 190) que se comunican con minúsculas cavidades llamadas *Conceptáculos.* Las unas, conceptáculos machos, contienen anteridios que emiten en gran número anterozoides de dos pestañas vibrátiles; las otras, conceptáculos hembras, tapizadas de yemas designadas con el nombre de *Oogonos,* emiten oosferos. Estos se desprenden en el momento de su madurez y salen del conceptácelo como los anterozoides.

El oosfero, gruesa célula que ha llegado á ser libre en el

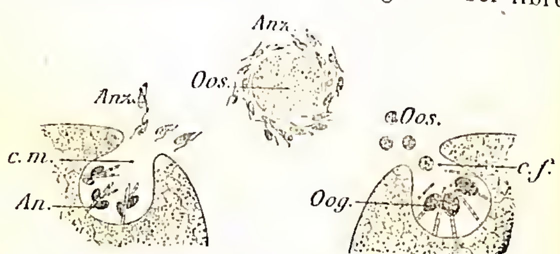


Fig. 191. — *Conceptáculos macho y hembra de un fuco. Oosfero libre rodeado de anterozoides.*

c. m. Conceptáculo macho. — *An.* Antoridios. — *Anz* Anterozoides. — *c. f.* Conceptáculo hembra. — *Oog.* Oogonos. — *Oos.* Oosferos. — *Oos.* Oosfero. — *Anz.* Anterozoides.

agua, sin movimiento propio, es bien pronto rodeada de multitud de anterozoides (*fig.* 191) que en ella se ligan. Estos, mucho más pequeños, imprimen al oosfero un movimiento giratorio y le fecundan. El huevo, así formado,

cae al fondo del agua, se ase á un peñasco y produce un fuco.

Reproducción de las Confervas ó algas de agua dulce. — Estas filamentosas algas se reproducen por esporas que engendran las células de la extremidad de los filamentos, por segmentación de su protoplasma.

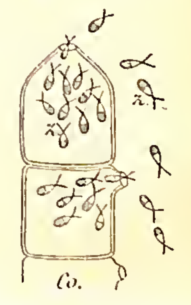


Fig. 192. — *Zoosporos saliéndose de un filamento Co. de Conferva de agua dulce.*

Dichas esporas, al salir de sus células (*fig.* 192), se hallan provistas de dos pestañas vibrátiles, lo que les permite movimientos variados, análogos á los de los infusorios. Después de cierto tiempo, estas esporas — llamadas *zoosporas* ó animales-esporas á causa de sus movimientos — pierden sus pestañas vibrátiles, se inmovilizan, se fijan y se prolongan en filamentos verduscos.

Advertencia. — La *Vaucheria*, alga filamentosa de agua dulce, se reproduce á la vez por zoosporos, provistos de numerosas pestañas vibrátiles y por huevos.

Especies principales. — Las Algas se distinguen, según su color, en Algas verdes, morenas y rojas.

Las *Algas verdes* comprenden, sobre todo, las *Confervas* de agua dulce (*fig.* 193), largos filamentos verdes que se les ve entrelazarse



Fig. 193. — *Alga de agua dulce.*



Fig. 194. — *Ulva, alga marina.*

y formar una especie de tapiz en la superficie de los estanques; las *Ulvas*, algas verdes marinas (*fig.* 194), y los

Protococcus, algas microscópicas unicelulares que tapizan de verde los troncos de los árboles en su lado más húmedo.

Entre las *Algas morenas*, todas marinas, citaremos : los **Fucos**, empleados principalmente como abono, ó que se desecan para con ellos hacer jergones; los **Sargazos**, que cubren inmensas extensiones del mar, y algas microscópicas, las **Diatomeas** (*fig.* 195 y 196), contenidas en dos valvas silíceas. Estos caparazones de las Diatomeas, acumulados durante siglos, han constituído ricos depósitos de

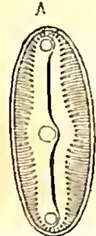




Fig. 195 Fig. 196.
Diatomeas microscópicas extremadamente agrandadas.
A. Vista de cara. — B. Vista de perfil



Fig. 197. — *Coralina.*

una roca friable, conocida con el nombre de *tripoli*, empleado para pulimentar metales.

Las *Algas rojas*, llamadas también *Florideas*, son igualmente marinas. Entre las principales especies, se distinguen las **Coralinas** (*fig.* 197), incrustadas de substancias calcáreas que las hacen semejantes á políperos.

Advertencia — Unas veces las Algas flotan libremente en las aguas, como los Sargazos, ó se sostienen por medio de vesículas aéreas diseminadas en su tejido; otras veces se hallan fijas á los peñascos por prolongamientos semejantes á raíces, pero que no son más que simples garfios.

97. 2° Hongos. — Los *Hongos* son vegetales terrestres sin clorofila, es decir, parásitos, que se desarrollan sobre los animales y vegetales vivos ó en podridos restos de vege-

tales. Crecen con especialidad en los sitios sombríos y húmedos. Su forma y consistencia son muy variables.

Como todos los vegetales sin clorofila, incapaces de descomponer el anhidrido carbónico del aire, los Hongos se alimentan exclusivamente de substancias orgánicas; muertas ó vivas. Los que viven en materias muertas han recibido el nombre de *Sapofritos* (de la palabra griega σαπρός, podrido, dañado), para distinguirles de los que se adhieren á animales vivos, llamados *Parásitos*.

La mayoría de los hongos se componen de dos partes esencialmente distintas : la una, que constituye el talo, es una red filamentosa superficial ó ligeramente subterránea y designada con el nombre de *Micelio*, vulgarmente *blanco de hongo*, y la otra, que contiene los órganos reproductores, se eleva exteriormente.

Los Hongos se reproducen por esporas, por huevos y, en las especies unicelulares, por yemas ó brotes.

Reproducción por esporas. — Elegiremos como tipo el *Moho blanco* (el *Mucor mucedo*) que frecuentemente se ve desarrollarse en las confituras, frutas viejas, pasta de cola, pan húmedo, etc , y el *Agárico*.

En los filamentos blancos y rastreros del *Moho blanco*, que forman su *micelio* generalmente dispuesto en manchas redondas, se elevan pequeños esporangios (*fig.* 198), de donde, al llegar la madurez, se desprende gran número de esporas. Estas esporas germinan y se transforman en nuevos filamentos de micelio.

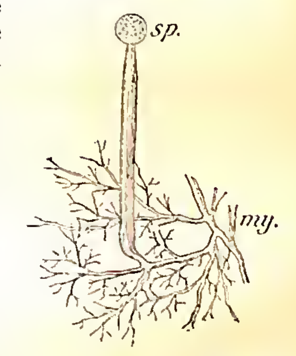


Fig. 198. — *Esporangio sp. elevado sobre el micelio my. del Mucor mucedo.*

Distínguese en el *Agárico*, ú hongo comestible, cultivado en los sótanos abandonados, excavaciones y otros lugares sombríos y húmedos : 1º el micelio ó blanco de hongo (*fig.* 199), red filamentosa ordinariamente oculta en la basura, y 2º los órganos de reproducción ú hongos propiamente dichos, que se enderezan á manera de girasol.

El hongo propiamente dicho (*fig.* 200) comprende un pie *peciolo* ,abultado á veces en su base, y un sombrero

redondo, cuya cara inferior está guarnecida de láminas verticales y radiantes, al principio de color rosáceo, que cuando llega la madurez se torna moreno obscuro. La cara inferior del hongo está completamente cubierta en la primera edad por una membrana denominada *volva*, la cual se extiende desde el borde circular á la parte superior del peciolo.

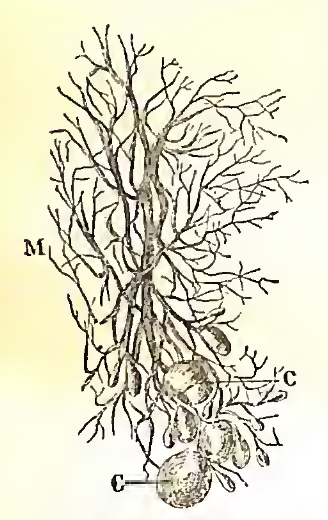


Fig. 199. — *Blanco de hongo.* M. Micelio. — C. Hongo en via de formación.

Las esporas del Agárico se hallan agrupadas de dos en dos en células oblongas llamadas *basidas*, sostenidas por las

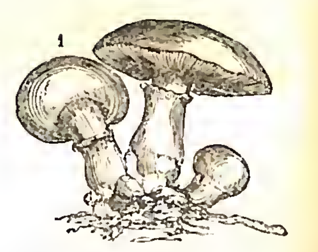


Fig. 200. — *Agáricos ú hongos comestibles.*

láminas radiantes. Al germinar, las esporas producen nuevos filamentos de micelio.

Las *Cepas, ó Boletas comestibles* se reproducen también por esporas únicamente, que se desarrollan en el interior de tubos estrechos, íntimamente soldados entre sí, situados debajo del sombrero. Lo mismo ha de decirse de las *Trufas* y las *Morillas*

Reproducción por huevos. — El Moho blanco, cuando se halla en malas condiciones de nutrición, se multiplica por huevos y no por esporas. Vénse entonces dos filamentos protoplásmicos exactamente semejantes, llamados *gametos*, nacer del micelio, al cual permanecen adheridos al principio, dirigirse el uno hacia el otro y fusionarse por sus extremos para de este modo constituir una célula-huevo independiente, protegida por una membrana resis-

tente, que permite al huevo persistir durante larguísimo tiempo en estado de vida detenida ó en suspenso, cuando el medio en que se encuentra no se muestra favorable á su nutrición. Pero cuando las condiciones exteriores se tornan propicias al desarrollo del moho, el huevo germina, engendrando un micelio y esporangios.

Reproducción por yemas. — En la clase de los Hongos se incluyen finalmente ciertos organismos vegetales, agentes activos de las fermentaciones, formados de una sola célula que se reproduce y multiplica por *yemas*.

El más importante es la *Levadura de cerveza*, cuyos elementos microscópicos monocelulares y de forma ovoidea (*fig.* 201) pululan en los líquidos azucarados, tales como el zumo de cerveza y mosto de uvas, donde provocan la fermentación del alcohol y el desarrollo de gas carbónico.



Fig. 201. — *Levadura de cerveza, muy agrandada.*

Advertencia. — Cuando, por agotamiento de las substancias nutritivas del líquido cultivado, la nutrición de las células de levadura llega á ser insuficiente, éstas no se reproducen más que por yemas; pero se llenan de esporas de envoltura resistente, las cuales pueden persistir durante muchísimo tiempo, en estado de vida detenida ó en suspenso, esperando favorables condiciones de germinación.

98. Especies comestibles. Intoxicación por los Hongos. — Los hongos, recientemente cogidos, constituyen un alimento excelente, sabroso y nutritivo. Desgraciadamente se pueden recoger en las praderas, sobre todo en las lindes de los bosques, hongos venenosos, tan semejantes á los buenos que se les puede confundir, capaces de envenerar á todas las personas que de ellos comieren.

Sépase bien : no hay señal absolutamente cierta que permita asegurar si un hongo es bueno ó malo. En general, debe considerarse venenoso todo hongo de carne correosa, sabor acre y amargo y de mal olor.

Dícese que partiendo un hongo venenoso, cambia de

color al contacto del aire. Si esto es cierto respecto á las **Boletas**, es absolutamente falso respecto á los **Agáricos**.

Es preciso no prestar crédito á la receta popular que consiste en echar cuando están guisándose los hongos una

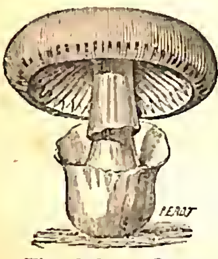


Fig. 202. — *Oronja verdadera.*

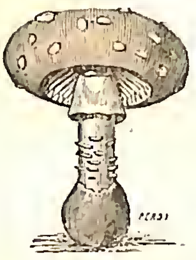


Fig. 203. — *Oronja falsa*



Fig. 204. — *Cepa ó Boleta comestible.*

cuchara de plata ó cebolla blanca, y considerarles buenos, si la cuchara y la cebolla no cambian de color, y si es que éstas se ennegrecen considerarlos malos. La cuchara de plata y la cebolla pueden permanecer mucho tiempo en medio de los hongos sin el menor cambio de color.



Fig. 205. — *Morilla.*

He aquí las principales especies de hongos comestibles, que conviene no confundir con sus similares venenosos:

El **Agárico** (*fig.* 200) que se cultiva en grande escala en subterráneas excavaciones ó canteras, y su similar de las praderas, conocido vulgarmente con el nombre de **Bola de nieve**, la **Oronja verdadera** (*fig.* 202), de anaranjado color deslumbrador, que no deberá confundirse con la **Falsa Oronja** (*fig.* 203), especie venenosa que se distingue por su olor nauseabundo y por su sombrero manchado de irregulares placas amarillentas, provenientes de los restos de la volva; la **Boleta comestible** ó **Cepa** (*fig.* 204) la cual se distingue de su similar perniciosa, porque al partirse no se pone azulada al contacto del aire; la **Morilla** (*fig.* 205) de los bosques sombrios y húmedos; la **Cantarella** ó **Girolla** (*fig.* 206), de amarillo color de huevo, la cual tiene

también su similar venenosa en la **Girolla anaranjada**; el **Hydna sinuoso**, de sombrero rojo claro y bordes sinuosos (*fig.* 207); la **Clavaria amarilla** (*fig.* 208), dividida en ramos

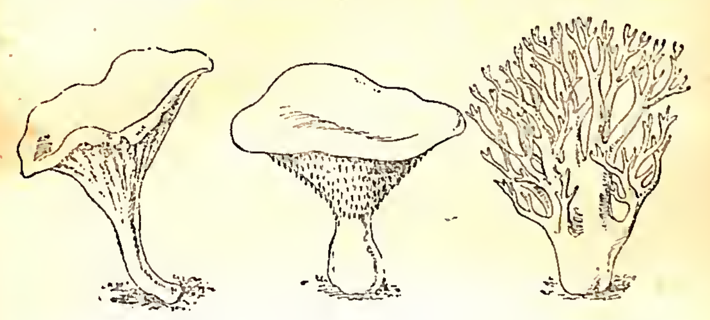


Fig. 206. — *Cantarella ó Girolla.* Fig. 207. — *Hydna sinuosa.* Fig. 208. — *Clavaria amarilla.*

que se elevan verticalmente, y la **Helvella** ú **Orejas de Judas**, de informe sombrero de color castaño claro (*fig.* 209).

La **Trufa** (*fig.* 210) es un hongo comestible muy exquisito. Es tubérculo subterráneo, de color negro, que se encuentra en las tierras rojizas del mediodía de Francia, al pie de diversas especies de encinas.



Fig. 209. — *Helvella.* Fig. 210. — *Trufa.*

Especies nocivas. — Son muy numerosas y, como acabamos de ver, pueden perfectamente pasar por especies comestibles; por lo tanto, sólo las persomas de mucha experiencia, como los botánicos y los jardineros, pueden ir á coger hongos á los prados y, sobre todo, á los bosques; otras personas se expondrán á fatales errores.

En el número de especies venenosas incluiremos, además de las precedentemente citadas, el **Agárico de la encina** ó Yesquero, del que se fabrica la yesca, y la **Boleta del Alerce**.

Entre los hongos nocivos como parásitos, encontramos : los **Mohos**, hongos filamentosos que crecen en los sótanos y lugares húmedos, los cuales tienen gran actividad destructora; el **Cornezuelo de centeno** (*fig.* 211), hongo parásito en forma de cuerno que se desarrolla en las espigas del centeno y hace dañoso el empleo de las harinas donde se halla. El **Añublo** ó **Tizón** de las gramíneas — manchas rojizas que se desarrollan á veces en las diversas plantas de esta familia, — y el **Oidio** de la vid son igualmente considerados como otros tantos hongos parásitos.



Fig 211. — *Cornezuelo de centeno.*

Fig. 212. — *Liquen entero.*

99. 3º Líquenes. — Son plantas que viven en sitios secos, en la corteza de los árboles, en los muros y en los más estériles peñascos. Preséntanse bajo la forma de costras secas ó de expansiones membranosas y foliáceas (*fig.* 212) llamadas *talos*, de color verde unas veces, y otras amarillo, gris ó blanquecino.

Un liquen es en realidad una planta doble formada por la reunión de un alga y un hongo. El alga, por su clorofila, nutre al hongo, el cual, en cambio, suministra al alga el medio húmedo donde pueda vivir y la defiende, por lo tanto, de la sequía (*véase Simbiosis* pág. 378).

Especies principales. — El **Liquen de Islandia**, que sirve de alimento á ciertos pueblos del norte de Europa y América, frecuentemente empleado en medicina como tónico y calmante en las enfermedades del pecho; el **Liquen de los renos**, denominado así porque estos animales se sustentan de él durante los crudos inviernos de su clima. Varias especies de *Liquenes* contienen principios colorantes que se desarrollan cuando se les hace fermentar en materias

alcalinas (potasa, sosa ó amoniaco). De este modo se obtiene la *orchilla*, con la cual se tiñe la seda de color violado, y el *azul de tornasol*

BACTERIAS.

100. Su considerable importancia — Las *Bacterias* forman el último grado de los seres vivientes. Son simples bastoncitos, infinitamente pequeños, que no se pueden percibir más que coloreándolos y con potentes microscopios. A veces se presentan también en forma de granulaciones y, por lo común, se aglomeran en forma de rosario.

Cuando las bacterias caen en un medio de cultivo que les es favorable, se reproducen en considerable número. Esta reproducción se verifica por *escisiparidad*. Una bacteria se dobla dividiéndose en dos; estas dos hacen lo mismo, y así sucesivamente.

Las cuatro clases de bacterias más importantes son : las cbaterias *cimógenas*, *saprógenas*, *cromógenas* y *patógenas*.

Las **Bacterias cimógenas** producen las fermentaciones;



Fig. 213. — *Bacilo amilobacterio.*

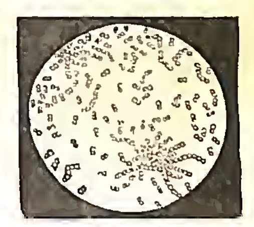


Fig. 214. — *Mycoderma aceti* (*madre del vinagre*).

tales son : el *bacilo láctico*, que corta la leche determinando en ella el ácido láctico; el *bacilo amilobacterio* (*fig*. 213) causa del enranciamiento de la manteca y de los quesos, provocando en ellos la producción del ácido butirico; el *Mycoderma aceti* ó madre del vinagre (*fig*. 214). Formado de tres pequeñas células redondas y unidas en forma de rosario, este fermento produce la oxidación del alcohol, al cual convierte en ácido acético, y por consecuencia, la transformación en vinagre de los vinos expuestos al aire.

Las **Bacterias saprógenas** son las causas determinantes

de las fermentaciones pútridas. Pertenecen al género *vibrión* ó de las bacterias que se mueven.

Las **Bacterias cromógenas** segregan principios colorantes en los medios de cultivo donde ellas se multiplican. Colorean de azul la leche, el sudor y la supuración.

Las **Bacterias patógenas** han sido declaradas por el ilustre Pasteur como causa de las enfermedades epidémicas y contagiosas. Gracias á él, tántos operados se han visto libres, por medio de la antisepsia, de las mortales complicaciones de las llagas. Gracias á él, que ha sido el iniciador contra la *rabia*, ha sido felizmente instituido el tratamiento de las inyecciones subcutáneas de sueros antitóxicos : contra la *difteria*, por los Doctores Berhing y Roux; contra el *tétanos*, por el Doctor Kitasato; contra la *peste*, por el Doctor Yersin; contra las *mordeduras de serpientes venenosas*, por el Doctor Calmette, de Lille. Nuevo camino se ha trazado, y bien pronto, así lo esperamos, se descubrirán otros sueros á propósito para combatir las enfermedades infecciosas, especialmente la *fiebre tifoidea* y la *tuberculosis*.

El suero del Doctor Chantemesse parece haber dado ya muy buenos resultados contra la fiebre tifoidea, y los Doctores Behring y Calmette, de Lille, después de haber conseguido hacer inmunes á los animales bóvidos contra la tuberculosis, esperan lograr la misma inmunidad para el hombre por medio de líquidos que contengan bacilos tuberculosos muertos que se ingieren por las vías digestivas.

RESUMEN

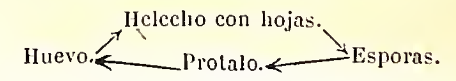
I. El grupo de las plantas Criptógamas (sin flores) se subdivide en tres ramas : 1° las Talofitas; 2° las Muscíneas; 3° las *Criptógamas vasculares*.

II. Las *Criptógamas vasculares*, que tienen hojas, tallos, vasos y raíces, comprenden tres familias : los *Helechos*, las *Asperillas* y los *Licopodios*.

III. Los *Helechos* se reproducen por modos alternantes. La planta-madre ó con hojas engendra *esporas*, especies de semillas muy finas, de origen unisexual, encerradas en cavidades denominadas *Esporangios*. Estos esporangios están agrupados en pequeños conjuntos, designados con el nombre de *Soras*, cubiertos de una membrana excesivamente fina denominada *Indusia*, y dispuestos con regularidad debajo de las hojas.

Al llegar la madurez, las esporas salen de los esporangios, se diseminan en la tierra, germinan y engendran un *protalo*, especie de hojita escotada á manera de alubia, la cual es una planta completa que lleva en su parte inferior, cerca del escote, una cavidad en forma de urna (el *arquegonio*), en cuyo fondo está el *oosfero*. Un rosario de sacos microscópicos, les *anteridios*, limitan su contorno, y encierran filamentos provistos de pestañas vibrátiles (*anterozoides*) para moverse y llegar así al arquegonio. De la fusión de los anterozoides y del oosfero proviene el *huevo*, el cual dará origen á un helecho

IV. Ciclo de reproducción de los helechos ;



V. Las principales especies de Helechos son : el *Helecho macho* ó *Polipodio común*, considerado como vermífugo; la *Capilar*, que sirve para hacer un jarabe pectoral; la *Osmunda real*, cultivada como adorno, y las especies arborescentes de los paises cálidos.

VI. Asperillas ó Equisetáceas (ramos en forma de cola de caballo). — Las esporas, contenidas en esporangios agrupados en espiga en el vértice de los ramos fértiles, llevan cuatro filamentitos ó apéndices llamados *Eláteros*, que ayudan á su dispersión. Estas esporas, aunque semejantes, producen al germinar : las unas, protalos machos con anteridios; las otras, protalos hembras con arquegonios.

Las principales especies son la *Cola de caballo*, la *Asperilla del limo* y la *Asperilla de invierno*, de corteza silícea, llamada asperilla de los torneros.

VII. Las esporas de los Licopodios, extremadamente finas y amarillas, constituyen el polvo de este nombre. Producen protalos hermafroditas como los helechos.

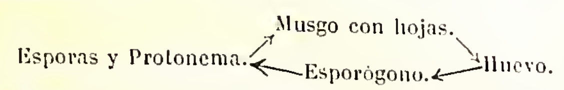
VIII. Las Selaginelas, pequeñas yerbas vivaces que pertenecen á la familia de las Licopodiáceas, engendran dos géneros de esporas : *microsporas*, rojizas y muy finas, y *macrosporas* amarillentas y más grandes. Las microsporas, al germinar, producen protalos machos con anteridios, y las macrosporas protalos hembras con arquegonios múltiples.

IX. Las Muscíneas, criptógamas no vasculares, sin flores ni raíces, comprenden los *Musgos* y las *Hepáticas*.

X. Los tallos de los Musgos llevan en su vértice, por la primavera, una roseta ó cestita de hojas minúsculas que protegen los órganos reproductores, anteridios y arquegonios. De la

fusión de los anterozoides y de un solo oosfero resulta un huevo, que da origen á un *esporógono*. Al llegar la madurez, las esporas se desprenden del esporógono y engendran una variedad de talo llamado *protonema*, de donde nacen los musgos.

XI. El ciclo de reproducción de los musgos es inverso al de los helechos.



XII. *Principales especies de musgos* : El *Tricomanes*, el *Hypnum* y las *Esfanas*. Estos últimos forman la turba en los estanques con su lenta y secular acumulación.

XIII. Las *Hepáticas*, y particularmente las *Marchantias*, se distinguen de los musgos por sus talos unisexuales : unos con anteridios, los otros con arquegonios y esporógonos situados debajo de las hojas que forman el sombrero, de borde muy festoneado, de la planta hembra.

XIV. Las Talofitas, sin tallo, sin hojas, sin flores y sin raices, están reducidas á una especie de masa vegetativa llamada *Talo*. Comprenden : las *Algas*, plantas con clorofila no parásitas; los *Hongos*, parásitos sin clorofila, y los *Liquenes*.

XV. Los *Fucos* ó *Algas marinas* se reproducen por huevos. Las extremidades de los ramos están formados de pequeñas cavidades ó *conceptáculos* que, al llegar el período de madurez, emiten : las unas, anterozoides, y las otras oosferos. Los anterozoides dirígense entonces en gran número á rodear los oosferos, les fecundan y producen así huevos de los que nacerán nuevos fucos.

XVI. Las *Algas de agua dulce* se reproducen por *Zoosporas* ó esporas que presentan dos pestañas vibrátiles, por cuyo medio se mueven durante determinado tiempo, después del cual se fijan y se tornan en alga.

La *Vaucheria*, alga de agua dulce, se reproduce á la vez por huevos y por esporas.

XVII. Las *Algas verdes* ó de agua dulce son denominadas *Confervas*. Las *Algas morenas*, todas marinas, comprenden los *Fucos*, los *Sargazos* y las *Diatomeas* (algas microscópicas cuyos caparazones silíceos constituyen el trípoli). Las *Algas rojas*, igualmente marinas, están principalmente representadas por las *Coralinas*, incrustadas de substancias calcáreas que las hacen semejantes á los políperos.

XVIII. En el *Hongo*, la parte subterránea y filamentosa

llamada *micelio* ó *blanco de hongo* constituye el *talo*; la parte que sale de la tierra, vulgarmente designada con el nombre de hongo, es el órgano reproductor cargado de esporas.

XIX. Las esporas están contenidas : ya en láminas colocadas debajo del sombrero (agárico), ya en tubos colocados de la misma manera (cepa ó boleta).

XX. Los hongos se reproducen : *por esporas* (*Mucor* ó moho blanco y Agárico), y *por huevos* (moho blanco). Cuando este último hongo se halla en malas condiciones nutritivas, se ven dos filamentos de micelio, llamados *Gametos*, ir á encontrarse uno con otro, fusionarse y producir un huevo de envoltura resistente y capaz de persistir durante largo tiempo en estado de vida detenida ó en suspenso. Si las condiciones nutritivas mejoran, el huevo se desarrolla y produce un nuevo micelio.
Ciertos hongos unicelulares, como las células de la *Levadura de cerveza*, se multiplican por yemas y, cuando llegan á ser insuficientes las condiciones nutritivas, por esporas resistentes, que pueden esperar en estado de vida en suspenso á que dichas condiciones se vuelvan favorables á su desarrollo.

XXI. Las especies comestibles (el *Agárico de los prados* ó bola de nieve, *Boleta* ó *Cepa*, *Oronja verdadera*, *Girolla*, etc.) tienen por lo común vecinas especies venenosas, tales como la Falsa Oronja, la Boleta perniciosa, la Girolla anaranjada, las cuales importa conocer bien para evitar todo error.

XXII. Los hongos nocivos, tales como los *Mohos*, el *Oidio*, el *Cornezuelo de centeno*, son numerosos en extremo, y dañan aun al hombre, como en la tiña y el afta.

XXIII. Los *Líquenes* resultan de la fusión de un alga y un hongo. Las principales especies son : el *Liquen de Islandia*, del cual se hace una tisana pectoral; el *Liquen de los Renos*, de las regiones septentrionales, y los líquenes que dan la orchilla y la tintura azul del Tornasol empleado en química.

XXIV. Las Bacterias, cuyo importantísimo papel en las fermentaciones y en las enfermedades contagiosas ha sido descubierto por Pasteur, son simples bastoncitos, de algunas milésimas de milímetro, que se reproducen por lo común dividiéndose (*escisiparidad*).

XXV. Las principales especies de bacterias son : las *Bacterias cimógenas*, causa de las fermentaciones láctica, butírica y acética; las *Bacterias saprógenas* ó de las fermentaciones pútridas, del género *vibrión*; las *Bacterias cromógenas* que coloran azuladamente la leche, el sudor y la supuración, y las *Bacterias patógenas*, causa de la mayor parte de las enfermedades infecciosas y contagiosas.

CAPÍTULO IX

FLORA DE LAS PLANTAS FANERÓGAMAS

Tabla que resume la clasificación de las plantas con flores llamadas fanerógamas. — *Dicotiledóneas diapétalas* (Ranunculáceas, Rosáceas, Papaveráceas, Umbelíferas, Leguminosas, Crucíferas, Malváceas, Cucurbitáceas, Cariofileas).

Clasificación de las plantas fanerógamas.

101. **TABLA**

que resume la clasificación de las plantas llamadas

FANERÓGAMAS

Fanerógamas	De óvulos contenidos en un ovario cerrado. Angiospermas	Dicotiledóneas de embrion que tiene dos cotiledones	Dialipétalas. . . . Corola de pétalos separados	*Adormidera.*
			Gamopétalas. . . . . Corola de pétalos soldados más ó menos en alto.	*Albohol.*
			Apétalas. . . . . . . Sin pétalos.	*Remolacha.*
		Monocotiledóneas. . . . . de embrion que tiene un solo cotiledon.		*Trigo*
	De óvulos desnudos. Gimnospermas	Embriones multiples, llamados corpúsculos, en cada óvulo.		*Pino.*

DICOTILEDÓNEAS DIALIPÊTALAS

102. Principales familias. — Recordaremos que todas las plantas que pertenecen á este grupo tienen por carácter común poseer una corola compuesta de pétalos independientes, separados hasta la base. Las principales familias son :

1° las **Ranunculáceas**;
2° las **Rosáceas**;
3° las **Papaveráceas**;
4° las **Umbelíferas**;
5° las **Leguminosas**;
6° las **Cruciferas**;
7° las **Malváceas**;
8° las **Cucurbitáceas**;
9° las **Cariofileas**.

103. 1° **Ranunculáceas.** — Plantas herbáceas ó subleñosas de hojas alternas, exceptuado únicamente el género

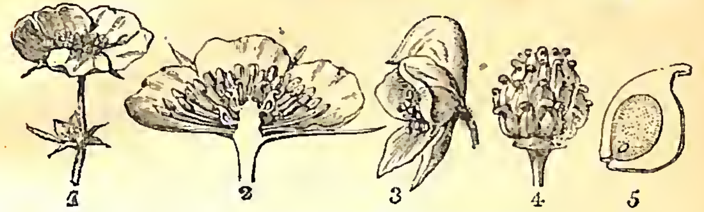


Fig 215. — *Familia de las Ranunculáceas*

1· Flor regular entera del botón de oro. — 2. Flor regular cortada verticalmente. — 3. Flor irregular (acónito). — 4 Grupo de carpelos que forman el pistilo ó el fruto. — 5. Corte vertical de la semilla.

Clemátide, en el cual son opuestas. Cáliz de cinco sépalos; corola de cinco pétalos, á veces planos y regulares y á veces irregulares figurando cucuruchos ó espolones, como en el Acónito; estambres en número indefinido, cuyas anteras están vueltas hacia la parte exterior, lo que constituye el principal carácter de la familia; pistilo compuesto de varios carpelos generalmente libres y reunidos en forma de cabeza ó corona. El fruto está formado de numerosos aquenios, cuya semilla tiene un albumen (*fig.* 215).



Fig. 216. — *Acónito Napelo*

Especies principales — Los **Ranúnculos** ó **Botones de Oro** de los campos y otras cultivadas especies, adorno de nuestros jardines: la **Espuela de caballero**; las **Ancolias**, plantas de los campos igualmente cultivadas por la belleza de sus colores; las **Anémonas** de color rosado y blancas, flores sin corola, pero de cáliz colorado; las **Clemátides**, arbustos trepadores con los cuales se forman bosques; las **Peonias** de brillantes colores; el **Acónito Napelo** (*fig.* 216), muy venenoso, adornado de racimos de flores azules en forma de casco, que

se encuentra particularmente en las lindes de los bosques; los **Eléboros**, de los cuales una especie, el *Eléboro negro*, lleva en invierno una ó dos grandes flores de color rosado, llamadas *Rosas de Navidad*, y otra especie, el *Eléboro oriental*, que en la antigüedad tenía fama de curar la locura.

Plantas de adorno : Las Ranunculáceas son principalmente cultivadas como plantas atractivas por la belleza de sus flores. Casi todas son venenosas; sin embargo, puede hacerse uso del Ranúnculo de los prados ó Botón de oro como forraje seco, pues pierde su principio acre al desecarse.

Medicina : La más venenosa de todas las ranunculáceas es el *Acónito Napelo*, cuyos extractos alcohólicos, empleados en muy pequeña dosis, son excelentes calmantes de la tos y dolores reumáticos.

104. 2º Rosáceas. — Esta familia (*fig.* 217) comprende gran número de vegetales herbáceos ó leñosos. Las hojas,

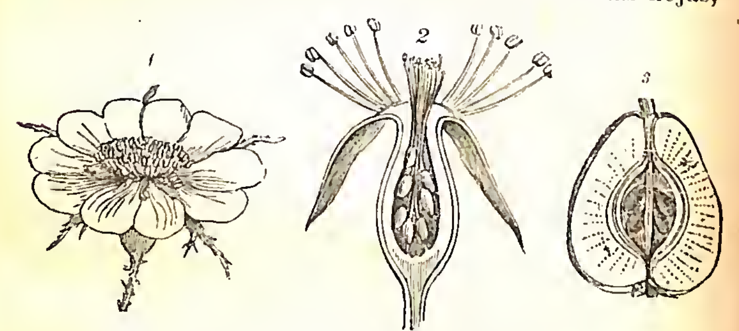


Fig. 217. — *Familia de las Rosáceas.*
1. Flor entera. — 2. Flor cortada longitudinalmente, estambres y aquenios del rosal. — 3. Fruto carnoso, baya del peral.

simples ó compuestas, son alternas y acompañadas en su base de dos estípulas. Las flores tienen un cáliz gamosépalo de cuatro ó cinco divisiones, llevando una corola de cuatro ó cinco pétalos distintos y regularmente dispuestos. Estambres numerosos insertados, como los pétalos, en el cáliz; pistilo compuesto de uno ó de varios carpelos libres

ó soldados entre si. El fruto, de forma muy variable, es á veces una drupa ó una baya, y otras un grupo de aquenios ó de cápsulas dehiscentes.



Fig. 218. — *Rosa silvestre* (*Agavanzo*).

Según la forma de los frutos, distinguense **cinco géneros** diferentes que constituyen la familia de las Rosáceas.

1º El género **Rosal**, cuyo tipo es la Rosa silvestre, flor de agavanzo (*fig.* 218). Numerosísimas especies de rosas se cultivan en los jardines. Los frutos de todas estas flores estan constituídos por numerosos aquenios encerrados en un receptáculo en forma de urna (*fig.* 217, 2);

2º El género **Fresal** (*fig.* 219), cuyos frutos son también compuestos de numerosos aquenios pequeños, pero contenidos en un receptáculo abultado, carnoso y suculento;



Fig. 219. — *Fresal.*
Rama rastrera del cuello de la raiz (estolòn) que produce un nuevo tallo.

3º El género **Frambueso** (*fig.* 220) cuyo fruto múltiple está formado por la reunión de pequeñas bayas sabrosas en un receptáculo blanquecino de forma cónica. Las *Zarzas* tienen un fruto análogo;

4º El género **Ciruelo**, cuyo fruto es una drupa formada por una sola cápsula y cuya almendra, encerrada en un

hueso, contiene una substancia particular, la *amigdalina*, que le da el gusto de almendras amargas. Las principales especies que comprende este género son : el *Cerezo*, el *Pérsico*, el *Almendro*, el *Albaricoquero*, el *Endrino* y el



Fig. 220. — *Frambueso.*

Laurel-cerezo, que está en todas sus partes impregnado de esencia de almendras amargas;

5º El género **Manzano**, cuyo fruto carnoso es una baya formada de cinco carpelos adheridos al cáliz, y dividido interiormente en cinco cavidades, cada una de las cuales contiene dos semillas ó pepitas.

Las *pepitas*, que son semillas enteras, difieren de los huesos en que la envoltura leñosa de éstos, que encierran la almendra ó la semilla propiamente dicha, está constituida por el endocarpio del fruto.

Al lado del manzano, citaremos el *Peral* (*fig.* 217, 3), el *Espino albar*, el *Membrillero*, el *Níspero* y el *Serbal*.

Plantas de adorno. Las rosas son cultivadas en los jardines por su belleza; se las obtiene en estado doble por el más ó menos completo desarrollo de sus estambres en pétalos.

Alimentación : Casi todos los árboles frutales pertenecen á la familia de las Rosáceas. Con las manzanas y las peras fermentadas se hacen sidras, cada una de su clase. Los árboles del género ciruelo son además señalados con el nombre de *amigdalados*, á causa del olor de almendras amargas de sus huesos. Este olor proviene del más intenso de los venenos, el *ácido prúsico*, de dosis infinitesimal.

Medicina : El agua destilada del Laurel-cerezo, de fuerte olor de almendras amargas, se utiliza en medicina como calmante.

Industria : La madera de los diferentes árboles de la familia de las Rosáceas es muy apreciada para trabajos de carpintería y ebanistería.

105. 3° Papaveráceas. — Plantas herbáceas (*fig.* 221), que contienen en el tallo un jugo lechoso, blanco ó ama-



Fig. 221. — *Familia de las Papaveráceas.*
1. Flor entera de adormidera. — 2. Corte vertical de la flor. — 3. Fruto (cápsula). — 4. Corte de la semilla.

rillento. Flores cuyo cáliz, de dos sépalos, se desprende y cae en el momento de la floración; corola de cuatro ó seis pétalos. Estambres libres y muy numerosos, cuyas anteras están vueltas hacia adentro, disposición opuesta á la de las Ranunculáceas, ovario supero con muchos estigmas sesiles. Fruto seco, constituído comúnmente por una cápsula globulosa, cuyas semillas, en grandísimo número, salen por los pequeños orificios de la parte superior de la cápsula.



Fig. 222. — *Adormidera* (*Papaver somniferum*).

Especies principales. — La **Adormidera** de flores blancas, *Somnifera* (*fig.* 222), que se cultiva particularmente en la India, y cuyo jugo solidificado, extraído por

medio de incisiones hechas en el tallo y la cápsula, cuando aún están verdes, constituye el poderoso narcótico conocido con el nombre de *opio*; la **Amapola**, de flores rojas, muy común en nuestros campos; la **Celidonia** o **Yerba de la Golondrina**, que crece á lo largo de paredes viejas, y contiene un jugo amarillo, muy corrosivo, utilizado para destruir las verrugas. Se cultiva en el norte de Francia una variedad de adormideras, cuyas semillas, de color negro, suministran un aceite dulce, comestible, conocido con el nombre de *aceite de œillette*.

Medicina : El *opio* se utiliza mucho en medicina como calmante. La *morfina* y la *codeina* son alcaloides extraídos del opio. La morfina es extremadamente dañosa : por lo tanto, solo el médico debe hacer uso de ella cuando lo juzgue conveniente; pues dejar libres á los enfermos para que practiquen sobre sí mismos inyecciones hipodérmicas de morfina, es conducirlos casi fatalmente á uno de los males más terribles, la *morfinomania*.



Fig. 223. — *Familia de las Umbelíferas.*
1 Planta entera (Gran Cicuta). — 2. Umbela compuesta. — 3. Flor entera. — 4. Fruto entero. — 5. Corte longitudinal del fruto y de la simiente.

106 4º Umbelíferas. — Plantas herbáceas (*fig.* 223), de hojas alternas, ordinariamente recortadas en foliolos estre-

chos. Flores siempre muy pequeñas, blancas ó amarillas, dispuestas en *umbelas compuestas*. Cáliz adherido al ovario, dividido en cinco pequeños dientes; cinco pétalos; cinco estambres; ovario ínfero de dos cavidades conteniendo cada una un óvulo; dos estilos y dos estigmas divergentes. El fruto se compone de dos aquenios, que se separan cuando llega la madurez.



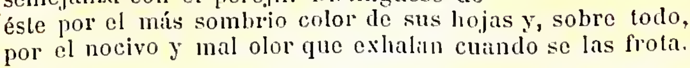
Fig. 224 — *Anís.*

ESPECIES PRINCIPALES. — Esta familia está compuesta de plantas que tienen propiedades muy diversas.

Alimentación : La **Zanahoria**, el **Pánace**, el **Apio**, el **Perifollo** y el **Perejil**.

Plantas aromáticas ó fétidas : El **Anís** (*fig* 224), el **Hinojo**, el **Culantro**, la **Angélica**, el **Opopónaco**, y el **Asa fétida**, de pésimo olor.

Plantas venenosas : la **Grande** y **Pequeña Cicuta**, esta última muy peligrosa por su semejanza con el perejil. Distínguese de éste por el más sombrío color de sus hojas y, sobre todo, por el nocivo y mal olor que exhalan cuando se las frota.



107. 5º Leguminosas. — Plantas herbáceas, arbustos y árboles, algunos de los cuales pueden llegar á tener grandes dimensiones. Las hojas, ordinariamente compuestas pennadas, son alternas y provistas de dos anchas estípulas foliáceas en su base. En ciertas especies, las foliolas superiores terminan en zarcillos. Las flores (*fig.* 225), solitarias ó en racimo, tienen cáliz gamosépalo con cinco divisiones más ó menos profundas y desiguales. La corola es generalmente *amariposada*, es decir formada de cinco pétalos desiguales, el superior de los cuales, más grande, denominado *estandarte*, los dos laterales llamados *alas*, y dos inferiores, casi siempre soldados entre si en forma de *quilla*. Los estambres, diez generalmente, se hallan unidos por sus filamentos en un haz, quedando sólo uno libre. El ovario tiene una sola cavidad que contiene uno ó diversos óvulos, y finaliza en un estilo y un estigma sencillos. El fruto es siempre una legumbre ó vaina. Las semillas, redondas ó

en forma de riñón, están desprovistas de albumen. Los cotiledones son de ordinario carnosos y feculentos.

Las Leguminosas gozan de la curiosa propiedad de fijar

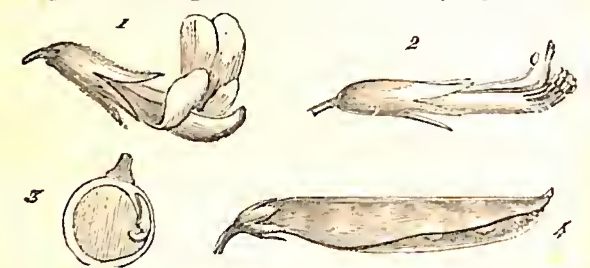


Fig. 225. — *Familia de las Leguminosas.*

1 Flor entera de guisante (estandarte, alas y quilla). — 2. Diez estambres, uno de ellos libre; en medio de los nueve estambres soldados á manera de canalón, el estigma simple del pistilo. — 3. Semilla cortada longitudinalmente para mostrar el embrión y un cotiledón. — 4. Vaina.

el ázoe del aire atmosférico en sus raices superficiales, por medio de especiales microbios que constituyen colonias dispuestas en pequeños abultamientos sobre tales raices. De aqui resulta que el cultivo de las leguminosas no esquilma á la tierra, á la cual restituyen el ázoe mediante los despojos de sus raíces



Fig. 226. — *Guisante cultivado*

Especies principales. — *Plantas comestibles* : Los **Guisantes** (*fig.* 226), las **Alubias**, las **Habas** y las **Lentejas**.

Forrajes : el **Trébol**, la **Alfalfa**, la **Esparceta** (*fig.* 227) el **Altramuz**, que sirve de abono enterrándole, y la **Arveja**. La **Arveja olorosa**, ó Guisante de olor, es cultivada como planta de adorno.

Tintura : El **Índigo**, cuyas hojas dan el añil; la **Retama** de los tintoreros, de la cual se extrae una bella tintura amarilla,

y el **Palo de Campeche**, empleado para teñir de negro las sedas.

Maderas : La **Genista** ó retama común, el **Palisandro**, árbol exótico cuya madera se usa mucho en ebanistería, **Palo de sándalo**, **Palo de hierro**, etc.

Plantas de adorno : El **Citiso** ó **Falso ébano**, de bellos racimos de flores amarillas; las **Robinias** ó **Falsas acacias** de nuestro país, de olorosos racimos de flores blancas; las **Glicinias**, igualmente de bellos racimos de flores azules, y

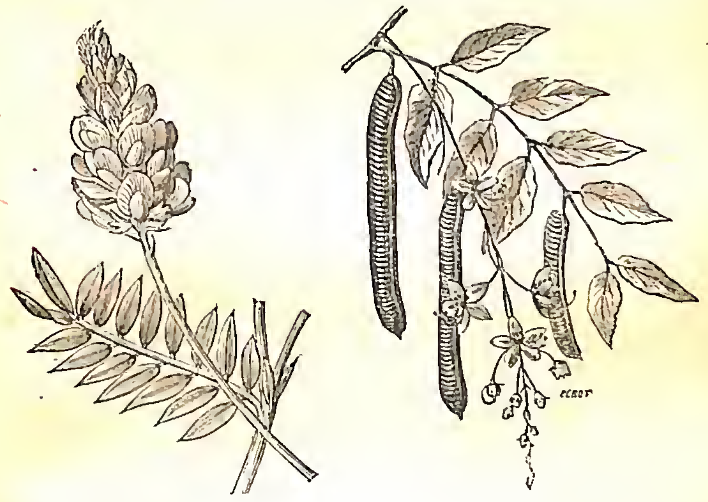


Fig. 227. — *Esparceta* (flores en espiga).

Fig. 228. — *Cañafístula.*

el **Espantalobos**, cuyas cáscaras sirven de diversión haciéndolas sonar.

Medicina : La cáscara negra y cilíndrica del **Cañafístula** (*fig.* 228), árbol originario de la India, el cual contiene una pulpa purgante empleada en medicina con el nombre de *casia*; el **Sen** de Siria y de Arabia, cuyas hojas y vainas desecadas son igualmente purgantes; el **Tamarindo** de la India, de vainas que contienen también una pulpa laxante; el **Regaliz**, arbusto de nuestros países, cuyo tallo subterráneo contiene un principio azucarado y atemperante, y el **Haba del Calabar** de la embocadura del Níger, muy venenosa, de la cual se extrae un particular alcaloide, la *eserina*, que

tiene la propiedad de contraer enérgicamente la pupila.

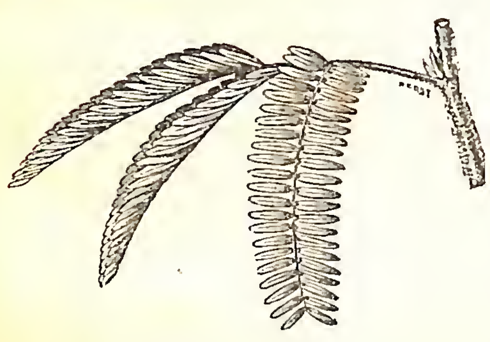


Fig. 229. — *Sensitiva.*

Gomas, bálsamos y resinas : El **Astrágalo**, árbol exótico que produce la goma adraganto, las **Acacias verdaderas** ó **Mimóseas**, de donde se saca la goma arábiga y el caucho; los **Miróxilos**, productores de los bálsamos del Perú y de Tolú; el **Copal** que proporciona la resina Copal empleada para confeccionar los barnices.

Mimóseas : Aparte de las acacias verdaderas arriba citadas, indicaremos la **Mimosa** de os floristas, de florecitas globulosas, amarillas y odoríferas, que tanto abundan en los litorales del Mediterráneo, y la **Sensitiva** (*fig.* 229), célebre por los movimientos de sus hojas al menor tocamiento.

108. 6° Crucíferas. — Plantas herbáceas, de hojas alternas, sin estípulas, cuyas flores, por lo común en racimo, pre-

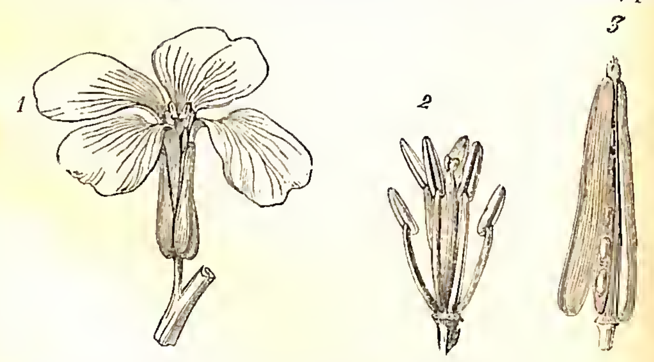


Fig. 230. — *Familia de las Cruciferas*
1. Flor entera (alhelí) — 2 Seis estambres, cuatro grandes, y el pistilo en el centro. — 3. Silicua.

sentan un cáliz caduco de cuatro sépalos y una corola de

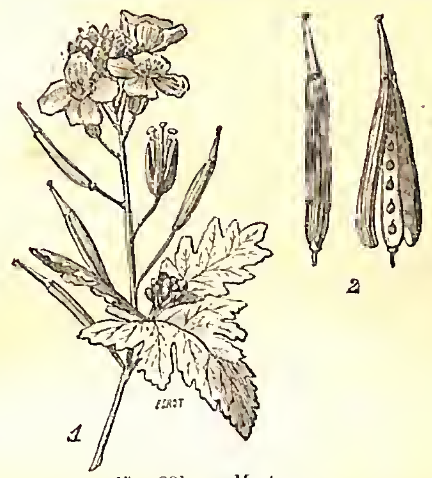


Fig. 231. — *Mostaza.*
1 Flor amarilla. — 2. Fruto (silicua) y semillas.

cuatro pétalos colocados en cruz, de donde han recibido el nombre de *Cruciferas* las plantas de esta importante familia (*fig* 230). Sus estambres son seis, cuatro grandes y dos pequeños. El pistilo se halla formado de dos carpelos intimamente soldados. El fruto es una silicua.

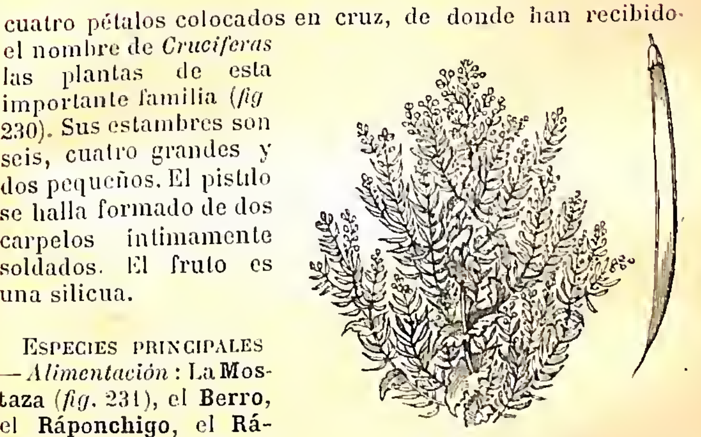


Fig 232 — *Colza*
Planta entera y fruto.

Especies principales — *Alimentación* : La **Mostaza** (*fig*. 231), el **Berro**, el **Ráponchigo**, el **Rábano**, la **Col** y el **Nabo**

Tintura · El **Isatis** ó **Pastel**, cuyas hojas dan una materia colorante azul análoga al añil.

Aceite para el alumbrado : La **Colza** (*fig*. 232), de flores

amarillas que producen una semilla oleaginosa, la cual proporciona un aceite ápropósito para el alumbrado.

Plantas de adorno : Los **Alhelíes**, sencillos y dobles, y los **Alisos**.

Medicina : Todas las plantas de la familia de las Cruciferas tienen propiedades estimulantes y antiescorbúticas. En la composición del jarabe antiescorbútico, con tanta frecuencia recomendado para los niños, entran hojas de Cloqucaria y de Berro, como igualmente raiz de Rábano.

109. 7° Malváceas. —Plantas herbáceas, arbustos y árboles de hojas alternas, provistas de estípulas. Cáliz de tres ó cinco sépalos; corola de cinco pètalos. Estambres numerosos de una sola cavidad, reunidos por sus filamentos en un tubo por cuyo centro pasa el pistilo completo (*fig.* 233). El fruto es una cápsula.





Fig. 233. — *Flor de malva.*

Fig. 234. — *Arbol del cacao*
Ramas, hojas, flores y fruto

Especies principales. — *Medicina* . Las flores de **Malva** calmantes y buenas en infusión para el pecho; el **Malvavisco**, de flores rosadas, cuya raíz posee propiedades emolientes conocidas en todo el mundo, y las flores del **Tilo**, igualmente buenas y calmantes tomadas en infusión.

Alimentación : El árbol del **Cacao**, de América (*fig.* 234)

cuyas semillas tostadas sirven para la fabricación de chocolate.

Industria : El **Algodonero** (*fig.* 235), originario de América, cultivado hoy, con mayor ó menor éxito, en todos los paises cálidos. Los filamentos blanquecinos que rodean á la semilla sirven para tejer las cotonadas ó telas de algodón.

Plantas de adorno : Las **Malvas reales.**



Fig 235. — *Algodonero arborescente.*

110. 8º **Cucurbitáceas.** — Plantas herbáceas (*fig.* 236), generalmente grandes y cubiertas de pelos cortos y ásperos, de hojas alternas muy desarrolladas, provistas de un zarcillo en su axila. Plantas principalmente monoicas, tienen flores con pistilo y flores con estambres; cáliz de cinco sépalos soldados; corola de cinco pétalos unidos por su base; cinco estambres, por lo común soldados por sus filamentos ó agrupados en tres haces. El fruto es una baya que ofrece una cavidad central en la que las semillas parecen esparcidas, suspendidas de las placentas que las reunen.

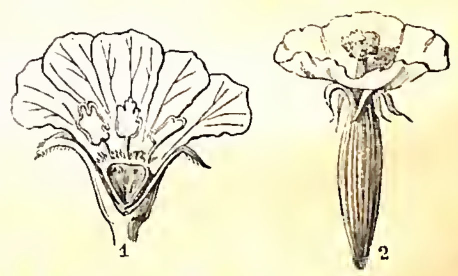


Fig 236. — *Familia de las Cucurbitáceas.*
1. Flor con estambres agrupados en tres haces — 2. Flor con pistilo

Especies principales. — *Alimentación* : El **Melón** (*fig.* 237), la **Sandía** ó melón de agua, el **Pepinillo**, el **Cohombro**, el **Potirón** y la **Calabaza**, que por su casco duro y coriáceo puede servir de cantimplora.

Medicina : Cincuenta gramos de pasta de semillas de



Fig. 237. — *Baya de melón*

Potirón mezclados con otros tantos de azúcar y diluídos en leche, constituyen un excelente vermífugo, el cual debe tomarse en ayunas después de haberse purgado el día anterior con aceite de ricino y dos horas antes de volverse á purgar con el referido aceite; la **Coloquíntida** (*fig*. 238), cuyo fruto contiene una pulpa de grande energía purgante, la **Brionia ó Nabo del Diablo**, planta trepadora, denominada



Fig. 238. -- *Coloquíntida*.

así por su gruesa raíz, la cual tiene asimismo una violenta acción purgante.

111. 9º **Cariofíleas.** — Plantas herbáceas de hojas simples y opuestas. Todos sus órganos florales se cuentan por cinco. El fruto es una cápsula de cinco cavidades.

ESPECIES PRINCIPALES. — *Plantas de adorno*: Los **Claveles** ordinarios, de la India, de los Poetas y de los Cartujos.

Para lavar ó desengrasar: La **Jabonera**, que en la economía



Fig. 239 — *Neguilla de los trigos.*

Fig. 240. — *Lino.* Planta entera y fruto

doméstica sirve para limpiar telas, por la propiedad que tiene de hacer espuma como el jabón cuando se la hierve en agua.

Para usos diversos: La **Pamplina de los pájaros**, la **Neguilla de los trigos** (*fig.* 239), planta venenosa cuyas semillas mezcladas en gran cantidad con el trigo puede hacer que la harina sea de pésima calidad.

El **Lino**, de flores azules, rojas ó blancas (*fig.* 240), planta textil cuya corteza suministra las delgadas y resistentes fibras con que se tejen finas telas, se acerca á las Cariofíleas, si bien pertenece á familia diferente, á las **Lináceas**. Su semilla sirve para hacer cocimientos emolientes, y su harina para cataplasmas, muy poco usadas hoy.

RESUMEN

I. *Clasificación de las plantas fanerógamas :*

FANERÓGAMAS

Angiospermas. Óvulos en ovario cerrado, estigmas.		Gimnospermas. Óvulos desnudos, no contenidos en un ovario cerrado, por estigmas (coníferas).
Dicotiledóneas. *Dialipétalas* (agavanzo, frambueso). *Gamopétalas* (albohol, primavera). *Apétalas* (ortiga, encina).	Monocotiledóneas. (gramíneas, palmeras).	

II. *Clasificación de las Dicotiledóneas :*

Dicotiledóneas dialipétalas. *Corola de pétalos separados.*	Estambres numerosos.	Anteras vueltas hacia afuera . . .	Ranunculáceas. Ranúnculo.
		Anteras vueltas hacia adentro .	Papaveráceas. Adormidera.
		Filamentos de estambres soldados entre si	Malváceas. Malva.
		Estambres soldados por su base al cáliz	Rosáceas. Rosa.
	Cinco ó diez estambres.	Corola amariposada.	Leguminosas. Alubia.
	Seis estambres.	Cuatro grandes y dos pequeños. Corola de cuatro pétalos	Cruciferas. Mostaza.
	Cinco estambres.	Umbelas	Umbelíferas. Zanahoria.
		Plantas monoicas.	Cucurbitáceas. Melón.
		Órganos florales dispuestos por cinco.	Cariofíleas. Clavel.

CAPÍTULO X

FLORA DE LAS PLANTAS FANERÓGAMAS (Continuación).

Dicotiledóneas gamopétalas (Solanáceas, Escrofulariáceas, Convolvuláceas, Labiadas, Borragíneas, Primuláceas, Oleáceas ó Jazmíneas, Campanuláceas, Caprifoliáceas, Ericáceas, Rubiáceas. Compuestas). — **Dicotiledóneas apétalas** (Amentáceas, Urticáceas, Euforbiáceas, Poligonáceas, Quenopodiáceas).

DICOTILEDÓNEAS GAMOPÉTALAS

112. Principales familias. — En todas estas plantas, los pétalos que constituyen la corola están soldados entre sí, de tal suerte que la corola forma en torno del pistilo un tubo más ó menos prolongado. Los estambres de la mayor parte de las plantas gamopétalas están unidos por su base á la corola, y van con ella cuando ésta se quita. Las principales familias son :

1° las **Solanáceas**;
2° las **Escrofulariáceas**;
3° las **Convolvuláceas**;
4° las **Labiadas**;
5° las **Borragineas**;
6° las **Primuláceas**;
7° las **Oleáceas ó Jazmineas**;
8° las **Campanuláceas**;
9° las **Caprifoliáceas**;
10° las **Ericáceas**;
11° las **Rubiáceas**;
12° las **Compuestas**.







Fig. 241 — *Familia de las Solanáceas.*
1. Flor de belladona. — 2. Mitad de la flor abierta longitudinalmente, estambres y pitilo. — 3. Corte transversal del fruto (baya).

113. 1° Solanáceas. — Plantas herbáceas, arbustos y arbolillos de hojas alternas y de flores regulares (*fig.* 241). Cáliz gamosépalo de cinco divisiones; corola de cinco

lóbulos más ó menos profundos; cinco estambres; ovario formado de dos carpelos, cada uno de los cuales contiene gran número de óvulos. El fruto es una cápsula ó baya.

Especies principales. — *Alimentación* : La **Patata**, originaria del Perú, cuyo uso fué popularizado por Parmentier hacia el fin del siglo dieciocho, y cuyos tubérculos subterráneos son, después de los cereales, el alimento más generalizado, al mismo tiempo que sirven para la preparación de la fécula, de la glucosa y del alcohol; el **Tomate**, de bayas rojas y voluminosas llenas de una pulpa suculenta ligeramente ácida;



Fig. 242. — *Belladona.*



Fig. 243 — *Beleño.*



Fig. 244. — *Tabaco.*

la **Berenjena**, de fruto carnoso y azucarado y el **Pimiento**, cuyo rojo fruto es excelente condimento.

Medicina · Las bayas de **Belladona** (*fig.* 242), de un rojo obscuro, que se distinguen de las cerezas por los cinco

sépalos del cáliz que permanecen adheridos. No obstante, han causado, por error ó equivocación, envenenamientos. De la Belladona se saca la *atropina*, veneno de los más enérgicos, usada especialmente en colirio para el tratamiento de ciertas enfermedades de los ojos, puesto que tiene la propiedad de paralizar la pupila y de este modo provocar su dilatación.

Vienen después : La **Mandrágora**, planta venenosa que se empleaba antiguamente en medicina y era considerada con virtud para conjurar los sortilegios de los hechiceros; el **Beleño** (*fig.* 243), planta venenosa, narcótica; el **Estramonio** ó *Manzana espinosa*, de propiedades análogas al anterior, y el **Tabaco** (*fig.* 244), cuyas largas hojas encierran también un veneno de los más violentos, la *nicotina*, que le hace pernicioso, especialmente para niños y jóvenes.

El **Alquequenje**, de bayas rojas, aciduladas y refrescantes; la **Dulcamara**, de pequeñas bayas rojas, de sabor amargo, con dejo dulzarrón; la **Morela** ó *Hierba mora*, de bayas negras, de sabor amargo y nauseabundo, son tóxicos menos enérgicos que los precedentes, y no se emplean más que exteriormente, como calmantes. La infusión de la **Dulcamara** era antiguamente considerada como depurativo.

114. 2ª Escrofulariáceas. — Hierbas ó arbustos de hojas generalmente opuestas. Cáliz de cuatro ó cinco divisiones desiguales; corola irregular formada de cinco pétalos; cuatro estambres (dos grandes y dos pequeños); ovario con dos cavidades, estilo simple y estigma bilobulado. El fruto es una cápsula de dos cavidades.



Fig. 245. — *Digital.*

Especies principales. — *Medicina* : La **Digital** (*fig.* 245), gran planta herbácea, llamada asi por tener forma de dedil de guante, cuyo activo principio, la *digitalina*, veneno enérgico en extremo, éjerce, á dosis casi infinitesimal, una acción tónica y reguladora sobre el corazón; el **Gordolobo** (*fig.* 246), cuyas amarillentas flores sirven para pre-

parar infusiones pectorales, y las hojas, hervidas en leche, para cataplasmas emolientes, y la **Verónica**, con la cual se hacen infusiones estomacales, sudoríficas y diuréticas.

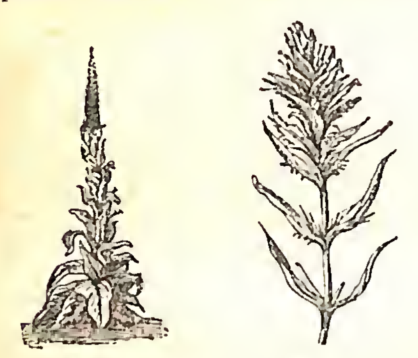


Fig. 246. — *Gordolobo.*

Fig. 247. — *Melampiro.*

Parásitas : Los **Melampiros** (*fig.* 247), cuyas raices se hunden en las de las gramíneas para chuparles la savia, y las **Orobancas**, plantas completamente parásitas y sin clorofila, que viven en las raíces de los tréboles, del cáñamo y del lino.

Diversas : La **Linaria**, de flores amarillas, y la **Becerra**, notables por su irregular corola en forma de morro de animal.

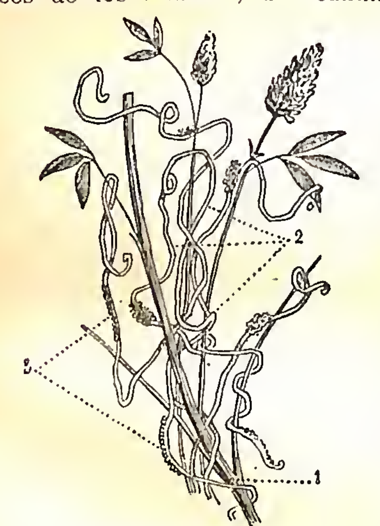


Fig 248. — *Cuscuta.*
1. Tallo de alfalfa — 2. Cuscuta. — 3 Chupadores

115. 3° Convolvuláceas. — Plantas herbáceas, de tallo por lo común voluble y trepador, y de hojas alternas. Cáliz de cinco sépalos regulares; corola de cinco lóbulos en forma de embudo; cinco estambres; ovario de dos ó cuatro cavidades, estilo sencillo ó doble. El fruto es una cápsula.

Especies principales. — *Medicina* : La **Jalapa**, enredadera de Méjico, cuya raíz contiene una gomaresina dotada de muy enérgica acción purgante, y la

Escamonea de Alepo, de la cual se extrae un jugo igualmente purgante.

Alimentación : La **Batata**, de raices tuberculosas y alimenticias cuyo sabor recuerda el de la alcachofa.

Parásita : La temible **Cuscuta** (*fig.* 248), plaga de los campos de trébol y alfalfa.

Madera : La **Madera de Rodas** ó *Palo de rosa*, llamado asi por su olor, proveniente de la raiz de un arbusto originario de la isla de Tenerife.

Diversos : La **Enredadera** (*fig.* 249) y el **Dondiego de día** muy cultivados en los jardines.



Fig. 249. — *Enredadera.*

116. 4º Labiadas. — Plantas herbáceas, de tallo cuadrado, de hojas simples y opuestas. Cáliz tubuloso de cinco divisiones desiguales, corola irregular (*fig.* 250), partida en dos labios : el uno superior, de dos lóbulos, y el otro inferior, de tres (corola bilabiada). Los estambres, fijos al tubo de la corola, son cuatro, dos grandes y dos pequeños, que algunas veces abortan. El fruto está compuesto de cuatro aquenios situados en el fondo de un cáliz persistente.



Fig. 250. — *Familia de las Labiadas.*
1. Flor de menta agrandada. — 2. Ovario cuadrilobulado, estilo y estigma.

Especies principales. — *Medicina* : La infusión de las flores de la **Ortiga blanca** era en lo antiguo reputada como astringente y tónico, y sus hojas se aplicaban á las heridas, contusiones, diviesos, etc., como vulnerario; la **Hierba de San Juan** (*Glecoma hederácea*), excelente para preparar una infusión pectoral; la **Salvia oficinal** (*fig.* 251), de agradable olor, cuyas flores rosadas, azules ó blancas, lo mismo que las hojas, proporcionan una infu-

sión estimulante, estomacal y tónica; el **Toronjil** ó **Cidronela**, de olor de limón, que sirve para hacer una infusión aromática estimulante y constituye la base del *agua de melisa*, remedio popular contra los desvanecimientos, vértigos y desmayos; y las **Mentas**, estomacales, estimulantes y aromáticas.


Fig. 251 — *Salvia oficinal.*

Plantas aromáticas: El **Romero**; el **Espliego**, precioso para la conservación de las lanas y pieles de guarnecer vestidos; la **Mejorana**, la **Ajedrea**, el **Tomillo** y el **Sérpol**, empleados en la cocina como aromáticos.

117. 5º Borragíneas. — Hierbas ó arbustos de hojas alternas, por lo común cubiertas, así como los tallos, de pelos ásperos. Cáliz gamosépalo de cinco divisiones; corola de cinco lóbulos más ó menos recortados; cinco estambres; ovario de cuatro cavidades. El fruto está formado por cuatro aquenios.


Fig. 252 — *Borraja.*
1 Rama. — 2 Flor

Especies principales. — *Medicina*: La **Borraja** (*fig.* 252), de flores azules, empleadas, así como las hojas, en infusión sudorífica, y la **Consuelda mayor**, de flores sudoríficas y raíces astringentes.

Plantas de adorno: El **Miositis**, cultivado en los jardines; el **Heliotropo** del Perú, de olor á vainilla.

118. 6º Primuláceas. — Plantas herbáceas de hojas opuestas ó verticiladas. Flores regulares de cinco divisiones, cuyos cinco estambres son opuestos á los pétalos. Ovario libre de una sola cavidad. El fruto es una cápsula que contine muchas semillas.

Especies principales. — *Plantas de adorno* : La **Primavera** de los prados, de flores amarillas, llamada asi porque es una de las primeras flores que aparecen en primavera (*fig.* 253); **Oreja de Oso de los Alpes**, variedad de primavera, de colores blanco, rosa y violáceo: los **Pamporcinos**, bellísimas flores de pétalos revueltos, y el **Murajes**, muy común en los campos y muy venenoso para los pájaros. Es preciso no confundirle con la pamplina, la cual pertenece á la familia de las Cariofileas.



Fig. 253. — *Primavera* Fig. 254. — *Olivo.*

119. 7º Oleáceas ó Jazmíneas. — Arboles y arbustos de hojas opuestas, raramente alternas. Cáliz gamosépalo; corola de cuatro ó cinco lóbulos; dos estambres únicamente; ovario de dos cavidades que tienen un estilo con estigma bilobulado. Fruto capsular ó carnoso, conteniendo en este caso un hueso.

Especies principales. — El **Jazmín** y la **Lila**, cultivados en nuestros jardines; el **Olivo** (*fig.* 254) del mediodía de Europa, el cual produce las olivas ó aceitunas y el aceite de su nombre; el **Fresno**, gran árbol forestal, de madera dura, que sirve para hacer estevas de arado y mangos de herramientas, así como culatas de escopetas. En este árbol viven las *cantáridas*, de la familia de los coleópteros, con las cuales se hace pasta para vejigatorios. Otra especie de fresno, cultivado en Italia, da por incisiones en la corteza, un jugo lechoso llamado *maná*. Es una materia blanca azucarada, empleada como purgante ligero para los niños.

120. 8º Campanuláceas. — Hierbas ó arbolillos provistos de estípulas, de flores ordinariamente azules ó blancas, compuestas de una corola en forma de campana con cinco divisiones. Cinco estambres; ovario ínfero. El fruto es una cápsula de muchas cavidades que contienen gran número de pequeñísimas semillas.



Fig. 255. — *Campánula.*

Especies principales. — Las **Campánulas** (*fig.* 255), que comprenden diversas especies, ordinariamente de color azul obscuro, notables por la elegancia de sus flores en forma de campana, y una especie comestible que se toma en ensalada, el **Rapónchigo**.

121. 9º Caprifoliáceas. — Esta familia no difiere de la precedente más que por la falta de estípulas y por su corola, que es por lo común irregular. Su fruto, siempre carnoso, se halla generalmente constituído por una baya.

Especies principales. — La **Madreselva** de los jardines (*fig.* 256), la **Yedra**, conocida planta trepadora; el **Saúco**, cuyas flores sirven para preparar una infusión sudorífica,

y la **Bola de Nieve**, notable por sus flores blancas, agrupadas en forma de grandes bolas.



Fig. 256. — *Madreselva de los jardines.*

Fig. 257. — *Brezo.*

122. 10° **Ericáceas.** — Arbustos de hojas alternas y muy pequeñas; flores completas en forma de urna.

Especies principales. — El **Brezo común** (*fig.* 257), que crece en tierras áridas, y cuyos despojos acumulados forman una especie de mantillo (tierra de brezo), muy apreciado para el cultivo de las plantas de invernadero; el **Rododendro** y la **Azalea**, arbustos de adorno notables por la hermosura de sus flores; la **Gayuba** ó *Uva de oso*, empleada en medicina como diurético.

123. 11° **Rubiáceas.** — Plantas herbáceas, arbustos y árboles de hojas opuestas, aparentemente verticiladas en nuestros paises, pues las estípulas están tan desarrolladas como las hojas. Tienen generalmente cuatro sépalos, cuatro pétalos y cuatro estambres; ovario formado de dos carpelos y fruto compuesto de dos aquenios.

Especies principales. — *Medicina* : Los **Quinos**, cuya corteza debe sus propiedades febrifuga, tónica y reconstituyente á la *Quinina*, muy empleada como antifebril en

terapéutica, y la **Ipecacuana**, originaria del Brasil, cuya



Fig. 258. — *Cafetero.*

raíz, seca y reducida á polvo, se usa muchísimo como vomitivo.



Fig. 259. — *Galio ó Cardo lechero.*

Alimentación : El **Cafetero** (*fig.* 258), arbusto de cinco á seis metros de alto, es cultivado en los países cálidos, particularmente en las Antillas y en América del Sur. Sus blancas flores se semejan á las del jazmín, y sus rojos frutos, del tamaño de una cereza, contienen cada uno dos semillas conocidas de todos con el nombre de *café*.

Tintura : La **Rubia**, de la que se saca una materia colorante roja, la *Alizarina*. Hoy se ha abandonado el cultivo de esta planta, pues se extrae la Alizarina de la brea.

Diversas : Los **Galios** ó **Cardo lechero** (*fig.* 259), llamados así porque tienen la propiedad de hacer cuajar la leche. El **Amor de hortelano** es una especie de los anteriores

124. 12° Compuestas ó sinantéreas. — Plantas herbáceas, arbustos y arbolillos de hojas alternas, raramente

opuestas. Las flores, muy pequeñas, á las cuales se ha dado comúnmente el nombre de *flores compuestas* (*fig.* 260), hállanse reunidas en capítulo en un receptáculo común, cuya base está rodeada de un involucro formado por brácteas. El cáliz, adherido al ovario, presenta un limbo dentado y numerosos pelos que forman una especie de penacho ó vilano que corona á la semilla. La corola es unas veces *regular, tubulosa y de cinco dientes*, y, otras

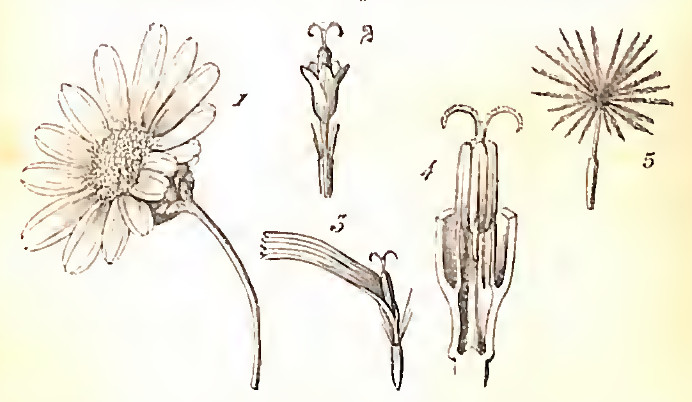


Fig. 260. — *Familia de las Compuestas*

1 Capitulo entero compuesto de flósculos y semiflósculos formando la aureola. — 2 Flósculo — 3 Semi-flósculo ó flósculo ligulado. — 4. Estambres soldados por sus anteras. — 5. Semilla coronada por un vilano.

veces, irregular, hendida por un lado y prolongada lateralmente á manera de larga lengüeta, llamada *lígula*, formada por cinco pétalos reunidos. Las flores de corola regular se llaman *flósculos*, y las de corola irregular y en lengüeta son denominadas *semiflósculos*. Los estambres, en número de cinco, son de filamentos distintos; pero sus anteras se hallan soldadas formando un tubo (estambres *sinantéreas*) que atraviesa un estilo simple terminado en un estigma bífido. El fruto es un aquenio, ya desnudo, ya coronado por un vilano.

Esta gran familia, la más considerable del reino vegetal, se divide naturalmente en tres grupos, á saber:

1° Las **Compuestas tubulifloras**, cuyos capítulos están enteramente compuestos de flósculos;

2° Las **Compuestas liguliflores**, cuyos capítulos están enteramente compuestos de semiflósculos ó flósculos ligulados;



Fig. 261. — *Azulejo ó Aciano*

3° Las **Compuestas radiadas**, cuyos capítulos se componen de flósculos en el centro y de semiflósculos en la circunferencia, cuyas lígulas forman la corona radiada de la flor.

Especies principales. — *Tubuliflores*. Muchas especies de **Cardos**, entre las cuales se cuenta el **Cardo-María**, del cual se comen las pencas; la **Alcachofa**, de la que se comen el receptáculo y la base de las brácteas que forman el involucro; el **Azulejo** (*fig.* 261), adorno de los campos,

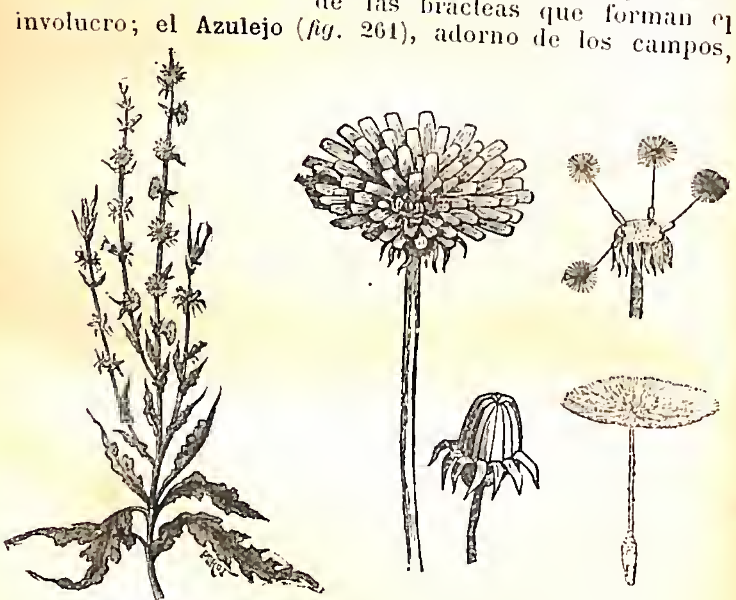


Fig. 262. — *Achicoria silvestre*.

Fig. 263. — *Amargón*.

y el **Ajenjo**, planta medicinal

Liguliflores : La **Achicoria silvestre** (*fig.* 262) y las diversas *achicorias* y *lechugas* cultivadas como ensaladas; el **Salsifí**, de largas raíces comestibles, negras ó grises, y el **Amargón** (*fig.* 263), el cual sirve para hacer ensaladas refrescantes ó de comida para los conejos.

Radiadas : La **Vellorita** ó **Maya** y los **Crisantemos** ó **Margaritas**, en las cuales las lengüetas de los semiflósculos



Fig 264. — *Cotufa.*

Fig 265. — *Manzanilla.*

del contorno forman blanca aureola; el **Girasol** de aureola amarilla; las **Dalias**, de aureolas variadamente coloradas; la **Cotufa** (*fig.* 264), de tubérculos subterráneos semejantes á los de la patata; la **Hierba cana**, el **Arnica** y la **Manzanilla** (*fig.* 265), plantas medicinales de principios amargos y aromáticos. Las Compuestas radiadas se cultivan generalmente como plantas de adorno.

DICOTILEDÓNEAS APÉTALAS

125 Principales familias. — Las *Dicotiledóneas apétalas* no tienen más que una envoltura floral, diversamente colorada según las especies, constituida por un cáliz sin corola. En algunas plantas faltan simultáneamente el cáliz

y la corola. Sus flores son por lo comun *diclinas*, es decir, separadas en flores con estambres y flores con pistilo.

Las principales familias son :

1º las **Amentáceas**;
2º las **Orticáceas**;
3º las **Euforbiáceas**;
4º las **Poligonáceas**;
5º las **Quenopodiáceas**.

126. 1º Amentáceas. — Esta importante familia comprende casi todos los grandes árboles de nuestros bosques, asi como los arbustos. Está sobre todo caracterizada por flores de estambres generalmente agrupadas en amentos (*fig.* 266), de donde viene el llamarlas amentáceas, del latin *amentum* que quiere decir *chatón*, correa, tira.



Fig. 266. — *Familia de las Amentáceas.*

1. Flores de avellano : *a*. Flores con estambres en chatón; *b*. Flores con pistilo en capitulo. — 2. Flores con estambres del chatón.

El *chaton* es una espiga formada únicamente de flores con estambres, más raramente de flores con pistilo. El eje florifiero es articulado de tal manera que puede desprenderse y caer todo entero después de la florescencia.

Las flores con pistilo son más bien solitarias, algunas veces agrupadas en capítulo y aun en chatón. Estas flores no tienen más envoltura que un cáliz y una simple escama. Se hallan soldadas y por lo común protegidas en su base por una envoltura suplementaria formada de brácteas, la cual constituye más tarde una *cúpula* ó fruto, como se observa en la bellota de la encina.

Divideremos las Amentáceas en tres grupos : 1º cuando los frutos se hallan más ó menos encerrados en una cúpula; — 2º cuando no existe cúpula; — 3º cuando las plantas son dioicas, es decir, flores con pistilo y estambres en pies diferentes.

1º *Plantas con cúpulas* : La **Encina** (*fig.* 267), cuya bellota



Fig. 267. — *Encina.*

se encuentra aprisionada por su base en una cupúla; el **Haya**, cuyos frutos comestibles llamados *fabucos*, que son dos, se hallan en una misma cúpula; el **Castaño** cuyas castañas están envueltas, en número de dos ó tres, en una cúpula espinosa; el **Carpe**; el **Avellano**, etc.

2º *Plantas sin cúpula* : El **Aliso** (*fig.* 268). que crece á las orillas de los ríos y es conocido por sus hojas cortadas en su extremidad, y el **Abedul**, de corteza gris y blanca que se desprende por capas.



Fig. 268. — *Aliso.*

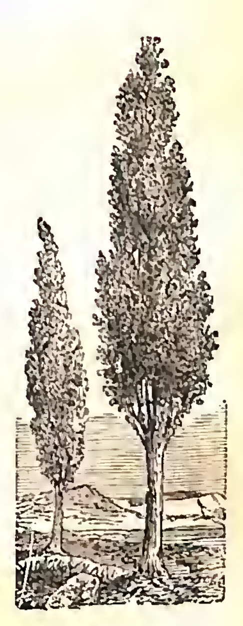


Fig. 269. — *Alamo.*

3° Plantas dioicas : Las flores sin corola ni cáliz, unas con estambres y otras con pistilo, agrupadas en chatones, son producidas por diferentes árboles de una misma especie. Tales son los **Sauces** y los **Álamos** (*fig.* 269).

Usos. — Los árboles de la familia de las Amentáceas son utilizados en la industria según las diversas cualidades de su madera. Los tallos flexibles de las varias especies de sauces suministran el mimbre; el Álamo, la madera blanca; la Encina y el Haya, las maderas duras, muy apreciadas para hacer muebles y para las construcciones, y la corteza de la Encina da la *casca* y el *corcho*, según las especies.

Se comen las castañas y las avellanas, y de los frutos del haya se extrae un aceite comestible, el aceite de *fabuco*.



Fig 270. — *Nogal*

Advertencia. — Al lado de las Amentáceas se encuentra la familia de las **Juglándeas**, el tipo de las cuales es el **Nogal** (*fig.* 270). Su fruto es una drupa, cuya parte carnosa y verde, no comestible, sirve para hacer un licor tónico, digestivo, siendo también empleada en ebanisteria para dar á los muebles un tinte obscuro. Los espesos cotiledones de la semilla son los que se comen y de donde se puede sacar aceite.

127. 2° Urticáceas. — Hierbas, arbolitos y árboles de hojas alternas, provistas de estípulas Plantas generalmente monoicas ó dioicas, de flores verdosas como las de la ortiga

Especies principales. — La **Ortiga moheña**, la cual produce en la piel un escozor doloroso; el **Cáñamo** (*fig.* 271),

que proporciona las fibras textiles que sirven para tejer



Fig. 271. — *Cáñamo.*
1. Pie hembra. — 2. Pie macho.

telas bastas ú ordinarias y hacer cuerdas. Las semillas del cáñamo, llamadas *cañamones*, apetecible comida de los pájaros, dan aceite para alumbrado; y las hojas de ciertas especies exóticas proveen el *haxix*, embriagadora bebida muy estimada en Oriente. El **Lúpulo** (*fig* 272), de tallo voluble, fruto en forma de cono y de escamas membranosas, que sirve para dar á la cerveza un gusto particular; la **Morera**, preciosa para alimentar gusanos de seda; el **Olmo**, uno de los más bellos árboles de nuestros bosques, el **Plátano**, adorno de nuestros paseos, la **Teca**, gran árbol de la India, renombrado por la cuali–



Fig. 272. — *Lúpulo*

dad de su madera, y la **Higuera** (*fig.* 273), cuyo fruto de inflorescencia condensada es muy estimado.



Fig. 273. — *Higuera común.*
1. Ramo. — 2. Fruto cortado longitudinalmente.

128 3º Euforbiáceas. — Hierbas, arbustos y árboles de hojas y tallo que contienen, en la mayoria de ellos, un jugo lechoso muy irritante. Son plantas monoicas y dioicas.

Especies principales. — El **Euforbio**, cuyo jugo lechoso sirve, como el de la Gran Celidonia, para quitar las verrugas; la **Mercurial**, pequeña planta de los campos dotada de propiedades laxantes; el **Ricino** (*fig.* 274), planta herbácea, cuya semilla da el *aceite de ricino*; el **Boj**, arbusto de madera dura, amarilla y muy compacta utilizada en ebanistería y en el grabado sobre madera; la **Mandioca**, arbusto de las Antillas, cuya voluminosa raiz, quitado mediante la desecación á 100º el jugo venenoso que contiene cuando está fresca, proporciona la *tapioca*, y el **Manzanillo**, árbol de los trópicos, de mortales emanaciones.

129. 4º y 5º Poligonáceas y Quenopodiáceas. —Las *Poligó-*



Fig. 274. — *Ricino.*
1. Ramo. — 2. Fruto. — 3. Semilla.

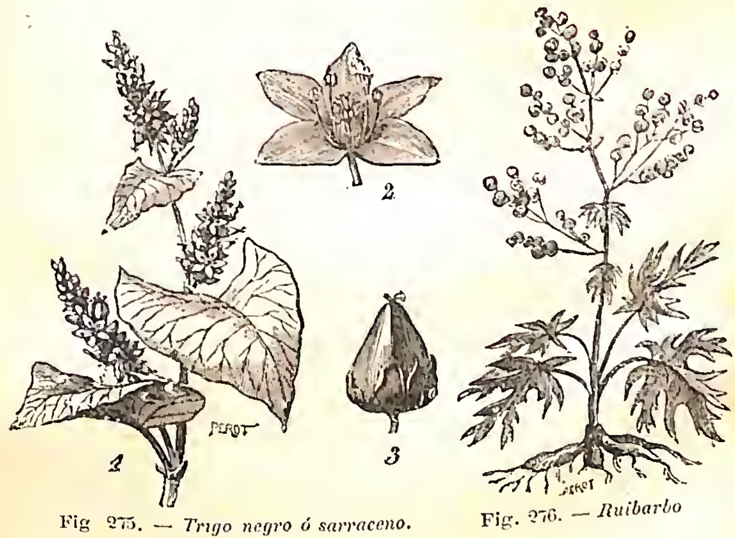


Fig. 275. — *Trigo negro ó sarraceno.*
1 Ramo. — 2 Flor entera. — 3. Semilla.

Fig. 276. — *Ruibarbo*

náceas, de hojas generalmente envainadoras, de flores sin corola, que solamente tienen cáliz, estambres y un pistilo, comprenden : el **Trigo negro ó sarraceno** (*fig.* 275), particularmente cultivado en Bretaña, utilizado para hacer pan y galletas, y cuyos granos son muy apetitosos para las gallinas; la **Acedera** comestible, y el **Ruibarbo** (*fig.* 276),

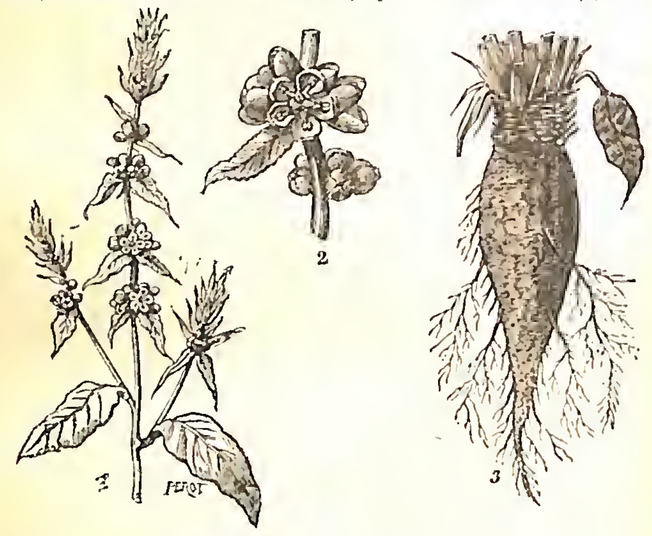


Fig. 277 — *Remolacha.*
1 Ramo. — 2 Flor entera. — Raiz.

procedente de China, á la vez comestible por sus partes verdes y laxante por su raíz.

Entre las *Quenopodiáceas* es notable la **Espinaca**, de hojas comestibles, y la **Remolacha** (*fig.* 277), cultivada en grande escala en nuestros climas templados, pues su voluminosa y azucarada raíz sirve para alimento de las bestias y, sobre todo, para la fabricación de azúcar y alcohol.

130. Nomenclatura de otras plantas dicotiledóneas. — No habiendo podido señalar en este breve resumen de las Dicotiledóneas todas las plantas útiles, indicaremos aún :

La **Vid**, de la familia de las *Ampelídeas*;

El **Naranjo** y el **Limonero**, de la familia de las *Hesperídeas*;

El **Tilo**, el **Te**, y la **Camelia**, de diferentes familias;
La **Pervinca** y la **Adelfa**, de la familia de las *Apocíneas*;
El **Pimentero**, de la familia de las *Piperáceas*;
El **Laurel de Apolo**, que asimismo tiene el menos poético nombre de *laurel-sauce*, de la familia de las *Laurineas*.

RESUMEN

I. Las plantas *dicotiledóneas gamopétalas* tienen todas flores y pétalos soldados entre sí, formando una corola que se puede desprender toda en una pieza.

II. *Clasificación de las principales Dicotiledóneas gamopétalas*:

DICOTILEDÓNEAS GAMOPÉTALAS.	Ovario libro súpero.	Estambres que corresponden á los escotes de la corola.	Flores regulares, cinco estambres.	Óvulos numerosos.	SOLANÁCEAS. Patata.
				Cuatro óvulos . . .	BORRAGÍNEAS. Borraja.
			Flores irregulares, cuatro y dos estambres.	Óvulos numerosos.	ESCROFULARIÁCEAS. Digital.
				Cuatro óvulos . . .	LABIADAS. Ortiga blanca.
		Estambres opuestos á los pétalos. . .			PRIMULÁCEAS. Primavera.
	Ovario adherido ínfero.	Estambres libres			RUBIÁCEAS. Quino.
		Estambres soldados en forma de tubo, por el cual pasa el estilo. Flores en capítulo			COMPUESTAS. Vellorita.

III. Las plantas *dicotiledóneas apétalas* no tienen más que una sola envoltura floral constituida por el cáliz; otras no tienen envoltura floral.

IV. La principal familia de las apétalas es la de las AMENTÁCEAS, que comprende muchos árboles grandes, como todas las variedadés de la Encina, el Fresno, el Castaño, el Carpe, el Avellano, el Aliso, el Abedul, los Sauces y los Álamos. Estas plantas son monoicas dioicas, y las flores con estambres se hallan dispuestas en amentos.

V. Entre las demás familias de las apétalas señalaremos; las URTICÁCEAS (la Ortiga moheña, el Cáñamo, la Morera, el Lúpulo, el Olmo, la Teca y la Higuera); las EUFORBIÁCEAS (el Euforbio, la Mercurial, el Ricino, el Boj, la Mandioca, cuya raiz desecada

da la tapioca); las Poligonáceas (el Trigo negro ó sarraceno, la Acedera y el Ruibarbo), y las Quenopodiáceas (la Remolacha, de la cual se saca azúcar y alcohol, sirviendo también para comida de las bestias, y las Espinacas).

CAPÍTULO XI

FLORA DE LAS PLANTAS FANERÓGAMAS (Continuación).

Monocotiledóneas (Liliáceas, Amarilídeas, Irídeas, Orquídeas, Gramíneas, Palmeras). — **Gimnospermas** (Coníferas, Cicadeas).

MONOCOTILEDÓNEAS

131. Caracteres generales de las Monocotiledóneas. — Embrión de un solo cotiledón; raíces fibrosas, tallos ordinariamente simples, formados de haces fibrosos y vasculares esparcidos en una masa de tejido celular; hojas de nervaduras simples, rectas y paralelas entre sí; flores que no tienen más que un perianto simple, resultante de la fusión aparente del cáliz y la corola, por lo general de seis sépalos libres ó soldados; tres ó seis estambres, y pistilo formado de tres ó, más raramente, de seis carpelos.

Á esta rama pertenecen como familias principales :

1º las **Liliáceas**;
2º las **Amarilídeas**;
3º las **Irídeas**;
4º las **Orquídeas**;
5º las **Gramíneas**;
6º las **Palmeras**.

132. 1º Liliáceas. — Plantas herbáceas, siendo la extremidad inferior de su tallo una cebolla ó un rizoma. Perianto (fusión del cáliz y la corola) con seis divisiones; seis estambres; ovario libre de tres cavidades; estilo simple, terminado en tres estigmas. El fruto es una cápsula de tres cavidades, conteniendo cada una muchas semillas.

Especies principales. — *Plantas de adorno* : La **Azucena**,

de bulbo escamoso (*fig.* 278), los **Tulipanes**, los **Asfódelos**, el **Jacinto**, la **Yuca** y el **Muguete**.

Alimentación : el **Ajo**, la **Cebolla**, la **Chalota**, el **Puerro**, el



Fig. 278. — *Flores de azucena.*

Fig. 279. — *Espárrago.* Brotes saliendo de la tierra. — Ramo terminal.

Espárrago (*fig.* 279), cuyos tiernos brotes son comestibles, y, en una familia vecina, la **Anana**.

Medicina : La **Escila marítima**, cuyo voluminoso bulbo posee propiedades diuréticas; el **Aloe sucotrino** que da un jugo resinoso muy usado como purgante; la **Zarzaparrilla**, planta depurativa muy conocida, y el **Muguete**, que posee propiedades análogas á la digital, pero mucho más activas.

133. 2º Amarilídeas. — Raíces bulbíferas ó fibrosas, de hojas envainadoras. Perianto de seis divisiones, guarnecido de una membranosa corona inserta en su cara interna; seis estambres; ovario ínfero de tres cavidades, estilo simple con estigma trilobulado. El fruto es una cápsula con tres cavidades.

Especies principales. — Esta familia provee á la horticultura de gran número de bellas plantas, tales como el

Narciso de los poetas (*fig.* 280), el **Junquillo**, los **Amarilis** y la **Campanilla blanca**, de precoces flores.



Fig. 280. — *Narciso de los poetas.*

Fig. 281. — *Lirio.*

134. 3° Irídeas. — Las *Irídeas*, de brillantes flores muy recortadas, tienen tallos herbáceos montados en rizomas ó bien tienen raíces tuberculosas. Tres estambres; ovario nífero de tres cavidades. El fruto es una cápsula trilobulada.

Especies principales. — *Plantas de adorno* : El **Lirio ordinario** (*fig.* 281), azul violado; el **Lirio de Florencia**, de flores blancas, mezcladas de amarillo en su base, cuyo tronco adquiere al secarse agradable olor de violeta; el **Lirio de los pantanos**, de flores amarillas; la **Espadaña**, notable por sus largas hojas envainadoras y sus bonitas flores rosadas ó purpurinas formando espiga, y el **Azafrán** (*fig* 282), de raíz bulbífera, cuyos estigmas proporcionan una materia colorante amarilla.

El **Cólquico** de otoño (*fig.* 283), muy empleado en medi-

cina contra el reumatismo y la gota, de flores de color de lila, de raiz bulbifera, pertenece á una familia vecina.



Fig. 282. — *Azafrán.*



Fig. 283. — *Cólquico*
f Flor. — *b.* Bulbo.

135. 4° Orquídeas. — Plantas vivaces, de raiz fibrosa acompañada comúnmente de tubérculos carnosos, ovóideos y globulosos; hojas simples, alternas y envainadoras. Flores muy irregulares, formadas de un perianto de seis profundas divisiones, de las cuales una inferior, más ancha y de forma muy especial, se llama *labela* ó *mandil*; un estambre. El fruto es una cápsula que contiene gran número de pequeñísimas semillas.

Especies principales. — *Plantas de adorno* . Todas las orquideas, aun las de los bosques, que se parecen, ya á una mosca, ya á una abeja, son notables por la belleza de sus flores, brillante sobre todo en las especies exóticas, cultivadas en estufa.

Alimentación : La **Vainilla**, liana de la América meridional (*fig.* 284), cuyas cáscaras ó vainas aromáticas son

muy empleadas en pastelería; el **Salep**, fécula alimenticia extraída de los tubérculos de varias especies de órquides.

El **Aro** de nuestros bosques, llamado tambien **Yaro** ó **Pie de Becerro**, es vecino de las Orquídeas. Sus hojas, de



Fig. 284. — *Vainilla.* Fig. 285. — *Flor de yaro.*

verde obscuro, están manchadas de negro. Su flor (*fig.* 285) se halla formada de un *espádice*, especie de chatón grueso y carnoso envuelto en una gran bráctea llamada *espata* que le cubre completamente antes de la inflorescencia.

El **Bananero**, grande y vigorosa planta herbácea de la India y del África, de tallo recto y elevado, de hojas enormes, el cual da sabrosos frutos, la *banana*, pertenece á la familia de las **Musáceas**, pero se acerca á la de las Orquídeas.

136. 5° Gramíneas. — Es la familia más importante de las Monocotiledóneas. Todos los tallos, llamados *cañas*, son herbáceos, huecos, macizos únicamente al nivel de los nudos, de donde salen hojas envolventes cuya vaina está hendida en toda su longitud. Flores membranosas no matizadas de colores, formando espiguitas cuyo conjunto se

denomina espiga. Tres estambres; ovario de una cavidad sola. El fruto es una cariópside, es decir, que la semilla se halla soldada al fruto, y no libre como en el aquenio. El albumen es harinoso.



Fig. 286. — *Arroz.* Fig. 287. — *Maiz.* *a.* Flor macho — *b.* Flor hembra.

ESPECIES PRINCIPALES. — *Alimentación* : El **Trigo** ó **Candeal**, el **Centeno**, la **Cebada**, empleada en forma de *malta* (cebada germinada, desecada después en horno) para fabricar cerveza, la **Avena**, destinada con especialidad á la alimentación de los caballos. En las regiones cálidas, el **Arroz** (*fig.* 286) y el **Maíz** (*fig.* 287). Por último, en las regiones tropicales, la **Caña de azúcar**, de dos á tres metros de alto, de la cual se saca el azúcar de sus nombre y el ron.

Industria : El **Bambú** de la India, el cual puede medir de quince á veinte metros de altura, y cuyos tallos son empleados en la construcción de *chalets* y en la fabricación de muchos objetos mobiliarios; el **Alfa** ó **Esparto**, muy común en Argelia, el cual sirve para tejer pleitas y tapices groseros.

Cria : La hierba de las praderas naturales, formada en gran parte por gramíneas forrajeras, como el **Forraje**, la



Fig. 288. — *Gramíneas forrajeras.*
d. Dáctilo apelotonado. — *h.* Zahina. — *fl.* Fleola de los prados. — *r.* Avena loca. — *p.* Forraje de los prados.



Fig. 289. — *Cocotero.*

Fleola, la **Cebada silvestre**, el **Sorgo** ó **Zahina** (*fig.* 288), etc., plantas que, después de secas, contribuyen mayormente á constituir el heno.

137. 6° Palmeras. — Árboles de los países cálidos (*fig.* 289), cuyo tallo, llamado *estípite*, es coronado por una copa de grandes hojas muy recortadas. Las flores, no coloradas, son generalmente diclinas, con estambres ó con pistilo, y agrupadas en chatón ó en racimos voluminosos. El fruto es una drupa ó una baya.

Especies principales. — Casi todas las especies de palmeras sirven para la alimentación: la **Datilera** de África produce dátiles: el **Sagutal**, una fécula alimenticia, el sagú; el **Cocotero** (*fig.* 289), las voluminosas nueces de coco; la **Col palmista**, su yema terminal, en forma de col, la cual se corta para comerla antes de su completo desarrollo. Otras muchas palmeras contienen una savia azucarada que se recoge por medio de incisiones y produce, por fermentación seguida de destilación, un estimadísimo licor alcohólico conocido con el nombre de *vino* ó *aguardiente de palma*. Por último, hay además frutos y semillas de ciertas palmeras de las que se saca el *aceite de palma*, empleado en diferentes usos industriales.

GIMNOSPERMAS

138. Caracteres generales. — Al contrario de las plantas fanerógamas angiospermas que acabamos de estudiar, todas las cuales tienen un ovario cerrado provisto de estigmas, las fanerógamas Gimnospermas no poseen ovario cerrado ni tienen estigmas. En nuestros climas, las Gimnospermas no están representadas sino por la familia de las *Coníferas* y por la de las *Cicádeas* en los paises tropicales.

139. Coníferas. — Esta familia no comprende más que vegetales leñosos, llamados *árboles verdes*. Las hojas son comúnmente estrechas, lineales, persistentes, y conservan en toda sazón su verde colorido. Las flores son, unas con

Fig. 290. — *Piña ó cono de pino.*



Fig. 291. — *Óvulos desnudos de una escama de piña.*

estambres y otras con pistilo. Las flores con pistilo se hallan casi siempre dispuestas en cono más ó menos oblongo (*fig.* 290) y compuesto de escamas imbricadas, cada una de las cuales lleva en su cara superior uno ó dos óvulos desnudos (*fig* 291), de donde viene el nombre de gimnospermas (que quiere decir en griego *semillas desnudas*) dado á las plantas de esta familia. El fruto es un cono de escamas leñosas; algunas veces, sin embargo, parece á una baya, resultante de la soldadura de las escamas que permanecen carnosas. La semilla contiene diversos embriones. Generalmente lleva á lado una expansión foliácea en forma de ala, á fin de ser llevada por el viento.



Fig 292. — *Abeto común*

Especies principales — Todos los vegetales de esta familia contienen materias resinosas que tienen en disolución aceites volátiles. Las más notables especies son los *Pinos*, cuyas hojas en forma de agujas se hallan reunidas por pares en una pequeña vaina, y especialmente en el **Pino marítimo** que se cultiva en grande escala en las Landas y en los alrededores de Burdeos, para extraer de él, por medio de incisiones, la trementina y, por destilación, el alquitrán llamado de Noruega; el **Pino piñón** ó **Pino quitasol**, grande y hermoso árbol muy común en Italia, notable por la airosa disposición de sus ramas en forma de quitasol; los **Abetos**, en los cuales cada hoja se halla

adherida separadamente; entre ellos se encuentra el **Abeto común** (*fig.* 292), y **Abeto elevado**, grandes árboles de las montañas de Europa, que suministran maderas para las construcciones navales, armazones y carpintería; el **Cedro del Líbano**; el **Enebro**, cuyo fruto semeja una baya; el **Tejo**, la **Tuya** y el **Ciprés** cultivado en los cementerios por razón de su follaje sombrío y de su aspecto melancólico.

140. Cicádeas. — Los **Cicasos** (*fig.* 293), plantas de los países tropicales, tienen un tallo recto, parecido al estípite



Fig. 293 — *Cicaso.*

de las palmeras, terminado por ancha copa de grandes y muy recortadas hojas.

RESUMEN

I. Las Monocotiledóneas, es decir, todas las plantas cuyo embrión no tiene más que un cotiledón solo, comprenden, como principales familias, las *Liliáceas*, las *Amarilídeas*, las *Irídeas*, las *Orquídeas*, las *Gramíneas* y las *Palmeras*.

II. La flor de las Monocotiledóneas está formada de un *perianto* constituido por la aparente fusión del cáliz y la corola, y comprende seis divisiones.

III. *Clasificación de las Monocotiledóneas.*

Monocotiledóneas.	Flores de envoltura floral llamada perianto, colorada y generalmente muy bella.	Ovario súpero ó libre.	Seis estambres	*Liliáceas.* Azucena.
		Ovario ínfero ó adherido.	Seis estambres. . .	*Amarilídeas.* Narciso
			Tres estambres. . . .	*Irídeas.* Lirios.
			Un estambre, flor irregular, raíz abultada en dos tubérculos. .	*Orquídeas.* Órquide.
	Flores sin perianto colorado.	Tallo redondo, hojas de vaina hendida, cariópside.		*Gramíneas.* Trigo.
		Árboles coronados por copa de grandes hojas muy recortadas; flores en racimo.		*Palmeras.* Datilera.

IV. Las plantas fanerógamas Gimnospermas no tienen ovarios completos en que encerrar los óvulos. Estos descansan desnudos, generalmente en número de dos, en la base de una escama. Comúnmente los óvulos, cuando han llegado al estado de semilla, llevan á un lado una expansión foliácea en forma de ala para ser dispersados por el viento.

V. Las Coníferas son árboles resinosos, de hojas lineales y de flores, cada una de las cuales tiene, ya estambres, ya pistilo, sin corola. Las flores de pistilo, agrupadas en forma de cono, están formadas de una escama cuya cara superior tiene uno ó dos óvulos desnudos, no contenidos en un ovario cerrado. *Especies principales* . los Pinos, los Abetos, el Enebro, la Tuya y el Ciprés.

VI. Las Cicádeas no comprenden más que plantas tropicales del género de los Cicasos, compuestos de una especie de estípite coronado por una copa de largas hojas muy profundamente recortadas.

GEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA.

CAPÍTULO I.

Constitución general del globo terrestre. — Principales materiales ó rocas que lo componen. — Rocas calcáreas ó calizas. — Rocas arcillosas; margas y esquistos. — Rocas salinas; yeso. — Rocas silíceas; asperones y arenas, muelas, sílice, granito, pórfidos, lava, basalto.

Constitución general del globo terrestre.

1. Geología y Paleontología. — El globo terrestre tiene la forma de un esferoide ligeramente aplanado en los dos polos. Nos presenta en su superficie un gran número de masas minerales de naturaleza muy variada, cuyo conjunto constituye su corteza ó envoltura sólida. Estas masas minerales, que se designan con el nombre de *rocas*, difieren entre si, ya por su naturaleza química, ya por el modo de agregación de sus moléculas. Unas, como los granitos, los asperones ó rocas areniscas, las calcáreas, son duras y consistentes; otras, como las arcillas, las arenas, son blandas y no tienen solución. De suerte que la palabra *roca*, que en el lenguaje vulgar implica la idea de solidez y dureza designa en Geología toda especie de materia mineral formando masa, sea esta materia dura, blanda, ó pulverulenta.

El estudio particular de estas rocas, de sus relaciones mutuas, y del papel que desempeñan en la constitución del globo, tal es el dominio de la *Geología*.

El estudio de los restos fósiles de animales y vegetales, que se hallan incrustados entre dichas rocas, es del dominio de la *Paleontología*.

Rocas principales.

2. Diferentes clases de rocas. — Las diferentes clases de rocas se clasifican según su dureza, la forma de su fractura y

la manera como soportan la acción del agua y de los ácidos. Según esto, se pueden admitir cuatro variedades principales : las rocas *Calcáreas*, *Arcillosas*, *Salinas* y *Silíceas*.

Rocas calcáreas.

3. Caracteres principales. — Estas rocas presentan tres caracteres principales : 1° se dejan rayar con más ó menos facilidad con la uña ó la punta de un cuchillo ; 2° su fractura es irregular; producen viva efervescencia cuando se ponen en contacto con un ácido. Así, un pedazo de creta (carbonato de cal) hecho pedazos menudos y puesto en un vaso que contenga ácido clorhídrico dilatado, ó aunque sólo sea vinagre, producirá gran efervescencia, determinada por el abundante desprendimiento de ácido carbónico.

Para reconocer la existencia de cal en una roca calcárea, se la calienta bien, por ejemplo en la llama de una lámpara de alcohol, de modo que el ácido carbónico se desprenda. Entonces sólo queda cal, lo cual se prueba echando agua sobre la piedra ya fría, que poco á poco se calienta y se cuartea. Mojando una varilla de vidrio en este lodo blanquecino, y exponiéndola á la llama de una lámpara de alcohol, se ve que ésta toma un color rojo anaranjado, lo cual constituye uno de los caracteres químicos de la cal.

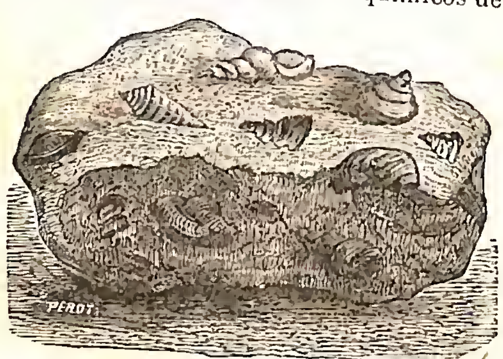


Fig. 1. — *Caliza común.*

Llamaremos, pues *Calcáreas ó Calizas* á todas las rocas que en su mayor parte se componen de carbonato de cal.

Según después veremos, la caliza abunda mucho; en Francia la hay en todas partes, menos en ciertas regiones

de Bretaña y de Auvernia. Su principal aplicación es servir como piedras en las construcciones, ó como cal para la elaboración de las argamasas y morteros.

Las variedades más importantes de caliza son : la *Creta*, demasiado frágil para ser utilizada en las construcciones; la *Caliza común* ó *grosera* (*fig*. 1), notable por los numerosos restos de conchas incrustados en su masa, que es fácil de aserrar y labrar; la *Caliza oolitica* (*fig*. 2), llamada así por-

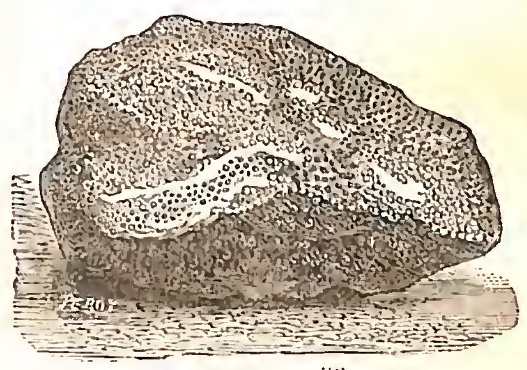


Fig 2. *Caliza oolitica.*

que está constituida de pequeños granos aglomerados como huevos de peces, y que es exelente para las construcciones por causa de su dureza ; la *Piedra de calera*, ó con que se hace cal ; la *Piedra litográfica*, notable por su dureza y lo fino de su textura; el *Mármol*, que es un calcáreo muy duro, de coloración diversa, susceptible de hermoso pulimento; por fin, el *Alabastro* y el *Onix*, que constituyen las más hermosas variedades de calcáreo, con las cuales se esculpen vasos, zócalos, tableros de mesa, etc.

Advertencia. — La caliza pura puede presentarse en estado cristalino en la naturaleza ; tales son : el *Espato de Islandia*, cristal romboédrico límpido, transparente, dotado de doble refracción ; la *Aragonita*, cristal prismático, denso, compacto, de color blanco lechoso.

Rocas arcillosas.

4. Caracteres principales. — Las *arcillas* son materias terrosas, compuestas esencialmente de sílice y de alúmina,

casi tan abundantes en la naturaleza como las calizas. La mayor parte proceden de rocas silíceas desmenuzadas, descompuestas y reducidas á limo por las aguas. En general son blandas, suaves al tacto, blancas á veces, pero de ordinario con tonos verdes, parduscos ó rojizos, que les comunican los silicatos ú óxidos de hierro. Su propiedad más característica es formar una pasta con el agua, dejándose entonces trabajar y moldear de mil modos diferentes, y adquiriendo después, por la cocción, á temperatura elevada, gran dureza definitiva, que permite conservar y utilizar los objetos primitivamente hechos con la pasta. Cuando no se hace más que secarla, la arcilla se vuelve más desmenuzable que la creta. Por fin, la arcilla no produce efervescencia por la acción de los ácidos.

Las variedades más importantes de la arcilla son: el *Kaolín*, *caolín* ó *tierra de porcelana*, arcilla blanca, compacta, que se vuelve translúcida por acción del calor; la *Arcilla plástica*, llamada también *tierra de Alfarero*; la *Arcilla limosa* ó *tierra de ladrillos y tejas*; la *tierra para loza*, la *tierra de pipas*, etc.

Las arcillas se presentan también en la naturaleza en otras dos formas: las *Margas* y los *Esquistos arcillosos*.

Margas. — Dase el nombre de *Margas* á unas rocas formadas por la mezcla de cal y de arcilla; tienen pues como caracteres distintivos producir una eforvescencia con los ácidos y formar pasta con el agua.

Las margas, demasiado blandas para ser utilizables en la construcción, y que tampoco pueden servir como tierra de loza por causa del carbonato de cal que contienen, sirven en agricultura para mejorar la tierra vegetal.

Según que en las margas domine la caliza, la arcilla ó la arena, se las llama *Margas calcáreas, arcillosas y arenosas.* Una variedad de marga calcárea se usa en la elaboración de la *Cal hidráulica* y del *Cemento*, que tienen la propiedad preciosa de endurecerse dentro del agua.

Esquistos arcillosos. — Los esquistos arcillosos son rocas que contienen gran cantidad de arcilla y que disfrutan de la propiedad de dejarse separar en *láminas* más ó menos gruesas. La variedad más importante es la *Pizarra*. Los esquistos arcillosos están frecuentemente mezclados con betunes, de donde se extrae el *aceite de esquisto ó petróleo*

Rocas salinas.

5. Caracteres principales. — El principal carácter de las rocas salinas es ser más ó menos solubles en el agua: asi es que nunca se las encuentra en la superficie del suelo, sino siempre á profundidades variables, y rodeadas de arcillas impermeables, que las protegen contra la acción del agua. Las rocas salinas son más blandas que la caliza, pero no tienen efervescencia con los ácidos. Las principales variedades son el *Yeso* y la *Sal gema*.



Fig. 3. *Yeso cristalizado.*

Yeso. — El *Yeso* ó *Piedra yesera* es sulfato de cal hidratado; es una materia muy blanda, que se divide en láminas finas, de forma de *lanza*, cuando está cristalizada (*fig.* 3), presentándose por punto general en masas amorfas, de estructura granular. Sometido á la acción del fuego, el yeso pierde toda su agua y se convierte en una sustancia que con el mismo nombre se emplea en la construcción.

Sal gema. — La *Sal gema* ó *Cloruro de sodio* es una sustancia incolora y transparente, que cristaliza en cubos; también se presenta en masas compactas que forman núcleos y capas considerables. Encuéntrase sal gema en Hungria, Francia, Inglaterra y España.

Rocas siliceas.

6. Caracteres principales. — Están en gran parte compuestas de sílice (ácido silícico y sus compuestos. silicatos de sosa, de potasa, de cal, de magnesia, de hierro, etc.). Las *rocas silíceas* se distinguen por varios caracteres que les son comunes: 1º Es tal su dureza que no puede rayarlas la punta de un cuchillo; 2º batiéndolas una contra otra ó con un eslabón de acero, salta un manojo de chispas; 3º no producen efervescencia con los ácidos; 4º su fractura es lisa y brillante. Se las divide en dos grandes grupos, las rocas silíceas *amorfas* y las rocas silíceas *cristalinas*, que pueden

distinguirse fácilmente unas de otras por su aspecto.

Las rocas silíceas *amorfas* comprenden: el *Sílex* (*fig.* 4) ó *Pedernal*, que se presenta en forma de riñones y cuya fractura produce dos superficies concávas separadas por una arista cortante y que produce fuego con el eslabón, despidiendo olor especial; las *Pudingas*, aglomeraciones de sílex reunidas en masa por medio de una especie de cemento silíceo ó calcáreo; la *Arena*, constituída de granos de sílice; los *Conglomerados* ó *Asperones*, que sirven sobre todo para el embaldosado de las calles, la construcción de edificios, la fabricación de piedras de molino, que están formados por granos de arena reunidos mediante un cemento natural, y que se dividen como las margas en *silíceos*, *calcáreos*, *ferruginosos*, según que la sustancia aglomerante es silícea, caliza ó ferruginosa; la *Cuarcita*, piedra dura formada de cuarzo amorfo y compacto, en que suelen descubrirse minerales de estaño, mercurio y oro nativo; la *Muela* ó la *Piedra molar*, muy dura, llena de cavidades, usada en las construcciones resistentes, cimientos, fortificaciones, estribos de puentes, etc., mezcla de rocas silíceas y calcáreas.



Fig. 4. *Sílex*.

Las rocas silíceas *cristalinas* comprenden: el *Cuarzo*, la *Mica*, el *Feldespato*, el *Anfíbol*, y el *Piróxeno*, el *Granito*, los *Pórfidos*, los *Traquitos*; las *rocas vidriosas*, como la *Obsidiana*, la *piedra pómez*, la *Lava* y los *Basaltos*; finalmente las *rocas cristalofilinas*, entre las que figuran los *Gneis* y los *Esquistos cristalinos*.

El *Cuarzo* ó *Cristal de roca* se parece al vidrio; cristaliza (*fig.* 5) en prismas exagonales, terminados por pirámides de seis caras; raya el hierro y el acero, produciendo chispas con el eslabón.



Fig. 5. *Cuarzo*

El Cuarzo puede tener coloración violada, amarilla, rosada, y en ocasiones negruzca. Constituye gran número de rocas, ya solo, ya combinado con otras especies minerales; las arenas y los asperones llamados cuarzosos ó silíceos, están compuestos enteramente de la sustancia que estudiamos. Como otras variedades de sílice pura, citaremos el *Ágata*, el *Jaspe* y el *Ópalo*.

La *Mica* es un silicato de alúmina y de potasa, que se halla con frecuencia mezclado con magnesia y óxido de hierro; divídese en pepitas ó partículas negruzcas, que tienen brillo metálico, ó en hojuelas transparentes (*mica blanca*) de gran tamaño y parecidas al vidrio. Esta sustancia forma parte integrante de gran número de rocas, granitos, micasquistos, gneis, arena, asperón, etc. Á veces existe en polvo, principalmente en las arenas, y entonces se la usa para secar la letra manuscrita, con el nombre de *polvo de oro*. Sus láminas transparentes se utilizan para permitir la vista del fuego en algunas chimeneas ó estufas de salón, etc.

El *Feldespato* es un silicato de alúmina y de otra base alcalina : la potasa, la sosa ó la cal. Esta sustancia, que cristaliza en forma de paralelepípedos rectos, y se denomina también por esta razón *Ortosa*, es dura, generalmente blanquecina ó de color de carne, fusible en el soplete, dando un esmalte blanco. Es la base de todos los terrenos primitivos ó de cristalización y entra en la composición de los granitos y de los pórfidos, cuya parte esencial constituye.

Al mismo tiempo que estos silicatos cristalizados, citemos también el *Anfíbol* y el *Piróxeno*, cristales negruzcos ó verdosos, formados de silicatos de hierro, de magnesia y de cal, así como el *Talco*, silicato de magnesia, blando, graso, jabonoso, untuoso al tacto, que forma en polvo el jabón de zapateros y guanteros.

El *Granito* (*fig.* 6) es una roca sumamente dura, de textura granulosa y cristalina, compuesta de tres materias minerales distintas, íntimamente unidas entre sí, sin necesidad de cemento ó *pasta* que las amalgame, á saber : el *cuarzo*, el *feldespato* y la *mica*. Es fácil distinguir entre sí estas tres sustancias, sobre todo cuando se observa con lente un trozo de granito. En tal caso se ve el cuarzo bajo la forma de granos de aspecto vidrioso, incoloro ó ceniciento; el feldespato se presenta en cristales paralelepipé-

dicos y opacos, más ó menos voluminosos, blancos, amarillentos, verduscos ó encarnados; la mica vése allí diseminada formando pajuelas negruzcas y brillantes, con reflejos metálicos.

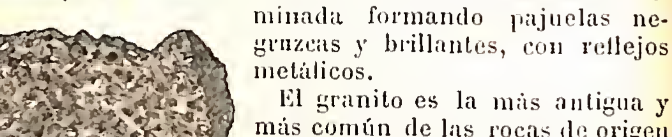


Fig. 6. *Granito.*

El granito es la más antigua y más común de las rocas de origen ígneo, variando mucho por su apariencia y color. Distínguese entre los granitos de grano grueso, y de grano fino, así como hay granitos rojos, encarnados, verdes, grises, etc. El granito se emplea en los edificios y sirve también como pavimento de las calles y aceras, etc. Se halla en abundancia en muchas regiones, y en Francia, especialmente en Bretaña, en Normandía, en Auvernia, en el Lemosín, los Vosgos, los Alpes y los Pirineos, etc.

Rocas granitóideas. — Se da este nombre á las rocas cristalinas, análogas al granito, pero de textura algo diferente. Citaremos entre ellas : la *Sienita*, compuesta de feldespato rosado con mezcla de anfíbol negro verdoso, que abunda en Egipto, donde ha servido para fabricar el obelisco de Lúxor, hoy en París; la *Granulita* ó mica transparente, incolora y que parece vidrio, que constituye la masa de la famosa colina francesa que se denomina Monte San-Miguel (Dp. Manche).

El *Pórfido* es una roca, no menos dura que el granito, y compuesta de los mismos cristales : cuarzo, feldespato y



Fig. 7. *Pórfido.*

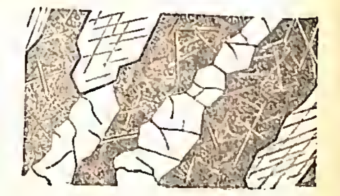


Fig. 8. *Hojuela de Traquito, vista con el microscopio.*

mica, pero que están diseminados en una masa feldespática amorfa, que los amalgama entre sí (*fig.* 7). Las principales

variedades de pórfido son : el pórfido rojo de Egipto ó *rojo antiguo*, y el pórfido verde, ó *verde antiguo*.

Los *Traquitos* abundan en Francia, especialmente en Auvernia, y en general en las demás regiones donde hay volcanes apagados, siendo su textura muy parecida á la de los pórfidos, y componiéndose de cuarzo, feldespato vidrioso, piróxeno, óxido de hierro magnético, amalgamados en una pasta, en que nos es dado ver con el microscopio, en una sección fina, pulida y transparente, multitud de cristalillos longitudinales, denominados *microlitos*.

Rocas vidriosas. — Estas rocas, de origen volcánico, de color más ó menos oscuro, son completamente amorfas. Podemos citar en ellas :

La *Obsidiana*, que parece un vidrio negro ;

La *Lava*, que sale incandescente de los volcanes, que es de color gris oscuro, unas veces compacta y otras porosa ; la *piedra pómez*, producto volcánico, de color claro, áspero al tacto, cuyos numerosos poros la hacen tan ligera, que con frecuencia flota sobre el agua.

Los *Basaltos* (*fig*. 9), antiguas lavas de los volcanes apa-

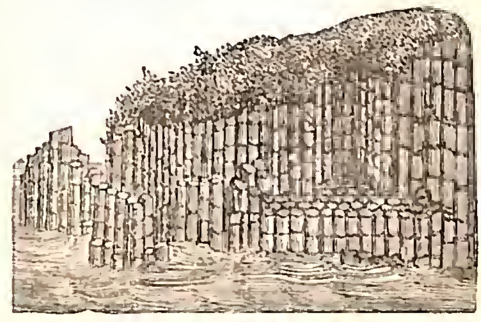


Fig. 9. — *Basaltos*.

gados, son una mezcla de piróxeno negro y de óxido de hierro magnético. Se los distingue principalmente por el fraccionamiento de su masa, debido á la contracción que ha producido en ella el enfriamiento, que forma una multitud de largos prismas verticales, muy regulares con frecuencia, y que ofrecen un aspecto sumamente pintoresco. Estos prismas basálticos, cuando se los mira de perfil nos pare-

cen magníficas columnatas, y de frente simulan imponentes mosaicos, calzadas gigantescas y á veces parecen gradas de un anfiteatro. De este número son las columnatas de la famosa gruta de Fingal, en la isla de Staffa, una de las Hebridas, y la calzada de los Gigantes, en las costas de Irlanda.

Rocas cristalofilinas. — Estas rocas, cuyo nombre se deriva de dos voces griegas (κρύσταλλος, cristal; φύλλον, hoja), presentan el carácter común de ser formadas de minerales cristalizados, aunque dispuestos unos sobre otros en hojas ó capas más ó menos espesas, en vez de estar simplemente amalgamados como en el granito ó el pórfido. Sus principales variedades son: los *Gneis*, los *Esquistos cristalinos* y la *Micaesquisto*.

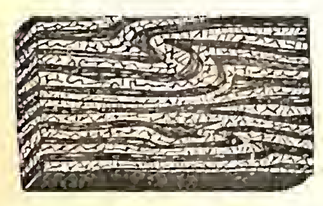


Fig. 10. *Gneis.*

Los *Gneis* (*fig.* 10) que se hallan en Bretaña, en Auvernia, los Alpes, Pirineos, etc., forman una roca dura, cristalina y de la misma textura que el granito, pero en que se nota que el cuarzo, el feldespato y sobre todo la mica forman capas paralelas.

Los *Esquistos cristalinos* se componen de diferentes minerales cristalizados y en capas superpuestas, como la *Micaesquisto* por ejemplo, compuesta de mica y cuarzo, hallándose la mica formando grandes hojas vidriosas y transparentes, y el cuarzo granos cristalinos interpolados en dichas hojas.

Resumen

I. En la constitución del globo terrestre se encuentran cuatro rocas principales: las rocas *calcáreas*, *arcillosas*, *salinas* y *silíceas*.

II. ROCAS CALCÁREAS. Están compuestas en gran parte de carbonato de cal, las raya la uña ó la punta de un cuchillo; tienen fractura irregular, y con los ácidos producen efervescencia. Sus variedades principales son: la *Creta*, la *Caliza común* y la *Caliza oolítica*, que sirven en las construcciones, la *Piedra de cal*, la *Piedra litográfica*, el *Mármol*, el *Alabastro* y el *Ónix*.

III. ROCAS ARCILLOSAS. Materias térreas, compuestas esencial-

mente de sílice y de alúmina, *que forman pasta* con el agua y se endurecen por la cocción á temperatura elevada. No producen efervescencia con los ácidos. Las principaples variedades son : el *Kaolin*, arcilla blanca que da la porcelana, la *Arcilla plástica* ó *tierra de alfarero*; la *Arcilla limosa* ó tierra de ladrillos; la *Tierra para loza*, la *Tierra de pipa*, etc.

IV. Las *Margas* son mezclas de arcilla con caliza ó arena; sirven para mejorar la tierra vegetal. Según el elemento que predomina en ellas se llaman *calcáreas*, *arcillosas* ó *arenosas*.

V. Los *Esquistos arcillosos* son rocas arcillosas que tienen la propiedad de dividirse en láminas, como la *Pizarra*.

VI. Rocas salinas. Son blandas, más ó menos solubles en el agua y no producen efervescencia con los ácidos. Las principales variedades son el *Yeso* y la *Sal gema*.

VII. Rocas silíceas. Son muy duras, no puede rayarlas el cuchillo, tienen fractura lisa y transparente, dan chispas con el eslabón de acero y no producen efervescencia con los ácidos.

Divídeselas en dos grupos según su aspecto: las rocas silíceas *amorfas* y las rocas silíceas *cristalinas*.

VIII. Las rocas silíceas amorfas comprenden : el *Silex* ó *Pedernal;* las *Pudingas*, ag meraciones de silex reunido por medio de un cemento natura ; la *Arena*, compuesta de granos de sílice; los *Asperones*, granos de arena aglomerados; la *Cuarcita*, y la *Piedra molar* ó *muela*.

IX. Las rocas silíceas cristalinas comprenden: el *Cuarzo* ó *Cristal de Roca*, formado de sílice pura ; la *Mica*, generalmente dividida en pepitas negruzcas ó en hojuelas transparentes y brillantes; el *Feldespato*, sustancia cristalina blanquecina ó color de carne; el *Anfibol* y el *Piróxeno*, cristales verdosos ó negruzcos, los *Granitos* y los *Pórfidos*, mezcla más ó menos homogénea de cuarzo, de mica y feldespato; los productos volcánicos, *Traquitos*, *Lavas* y *Basaltos*.

X. Las rocas *cristalofilinas* comprenden : los *Gneis*, formados de capas paralelas de cuarzo, de mica y de feldespato; los *Esquistos cristalinos* propiamente dichos, como el *Micasquisto* formado principalmente de cuarzo y de mica.

CAPÍTULO II.

Continuas modificaciones del suelo. — Desmoronamiento de las rocas por la acción del agua y del aire. — Aluviones; depósitos de agua dulce y depósitos marinos. Deltas. — Nevados ó ventisqueros : morenas; bloques erráticos.

Continuas modificaciones del suelo.

7. Fenómenos geológicos actuales. — La mayor parte de los fenómenos geológicos que han modificado anteriormente la corteza sólida del globo, ya bruscamente, ya de un modo lento y continuado, se manifiesta todavia en nuestros dias, produciendo en diferentes puntos de la superficie de la tierra cambios más ó menos sensibles. Estos fenómenos son debidos á la influencia de diversos agentes, entre los cuales citaremos el *aire*, el *agua*, y el *calor central del globo*. El aire y el agua obran exteriormente, y atacan la envoltura terrestre por su superficie. El calor central, al contrario, obra interiormente y de abajo arriba, produciendo los temblores de tierra y las erupciones volcánicas.

Desmoronamientos de las rocas per la acción de las aguas y del aire.

8. Corrida de las aguas; infiltración, circulación del agua en la naturaleza. — El agua de las lluvias, al caer sobre la tierra, toma dos direcciones : una parte de ella *corre* por la superficie del suelo, formando en él, según las regiones, surcos, que se convierten en regueros, arroyos ó torrentes impetuosos, que van á parar á los riachuelos ó grandes ríos que por fin llevan sus aguas al mar; la otra porción de liquido se *infiltra* en la masa terrestre, donde forma capas substerráneas que alimentan los manantiales. Pero el agua de los mares se evapora bajo la influencia del calor solar, y una vez que este vapor de agua ha llegado á cierta altura en la atmósfera, se condensa en virtud del enfriamiento convirtiéndose en nubes, las que á impulsos del viento caen en forma de lluvia sobre los continentes : existe por tanto en la naturaleza una verdadera *circulación de aguas*.

9. Acción destructiva de la aguas dulces. — El agua contribuye, mecánica y químicamente, á desmoronar y disolver las rocas, reduciéndolas á fragmentos.

Acción mecánica. — Los fragmentos que se deprenden por la acción de la lluvia y de la infiltración de las aguas en las vertientes de las colinas y montañas, van acumulándose en los valles, y forman en las faldas taludes más ó menos altos, cuya masa aumenta de año en año.

Los torrentos y ríos, según la fuerza de sus corrientes y la naturaleza de la pendiente por la que corren sus aguas, ocasionan acarreos ó transportes de terrenos, con frecuencia considerables. Asi por ejemplo, cuando la nieve aglomerada en las cimas de los montes se derrite por la acción del sol en verano ó cuando ocurre una tormenta en estas altas regiones, torrentes de agua corren hacia la llanura, arrastrando consigo tierra, arena, guijarros ó los peñascos que hallan al paso ó que descuajan. Mas, á medida que las aguas llegan á los valles, donde el ímpetu de la caida disminuye, y cuando pueden formar balsas ó ir á parar á un lago, van dejando por el suelo los fragmentos que acarreaban, comenzando por abandonar las piedras más pesadas, y después los guijarros y arenas, y más lejos aún las partículas más tenues de que se compone el limo ó lodo. Si estos torrentes van á parar al rio, éste no recibe sino el limo, que arrastra hasta su desembocadura en el mar, donde forma los sedimentos, que acumulándose de año en año prolongan los terrenos de la costa.

Acción química. — Estos diversos fenómenos de transporte, producidos por la acción mecánica de las aguas, no son los únicos que contribuyen á modificar la superficie terrestre; el agua influye tambiém químicamente, para ir disolviendo ciertas materias minerales á través de las que se infiltra, y que más lejos abandona bajo formas diversas. El agua ejerce indistintamente su acción destructiva sobre toda clase de rocas; pero es más ó menos rápida y eficaz según la naturaleza y dureza de cada una de éstas. Sin embargo, sobre la arcilla la acción del agua es nula, pues ésta no hace sino acarrearla mecánicamente, para formar con ella el limo ó lodo de los rios.

Rocas calcáreas. — El agua de lluvia está siempre más ó

menos cargada de ácido carbónico, y por tanto disuelve paulatinamente las rocas calcáreas sobre que cae, principalmente infiltrándose en su masa.

Rocas silíceas, amorfas y cristalinas. — En este caso la acción destructora es bastante lenta, á causa de la dureza de la roca, y su transformación en arena y arcilla es más bien resultado de fuerzas externas que de la acción química. Sin embargo, el agua más ó menos saturada de ácido carbónico disuelve las rocas graníticas, descomponiendo el feldespato y la mica en carbonato de potasa soluble y en silicato de alúmina, que constituye la arcilla, mientras que los granos de cuarzo ya en libertad forman la arena.

10. Acción destructora del agua de mar. — La acción destructora del agua de mar es principalmente mecánica; resulta del choque de las olas contra las costas calcáreas ó las rocas graníticas de las playas. Estas rocas carcomidas sin cesar por la acción de la resaca, se van desmoronando, y perdiendo partículas y fragmentos que el mar arrastra y transforma en *arenas* y *guijarros* redondos.

11. Acción del aire; formación de las dunas ó médanos. — El movimiento del aire produce sobre todos los terrenos movibles efectos no menos notables. En las orillas del mar cuando la playa es poco inclinada y el fondo arenoso, los vientos que soplan de la alta mar empujan continuamente hacia la tierra las arenas que quedan en ella por el reflujo, formando con ellas colinas llamadas *dunas* (en Francia), ó sea médanos, paralelos á la costa. Este fenómeno se observa principalmente en las costas de Holanda, de los Países-Bajos, y del golfo de Gascuña.

Las dunas ó médanos suelen tener de treinta á cuarenta metros de altura, y á veces más. Forman una pendiente suave del lado del mar, y mucho más inclinada por la parte opuesta. Como los vientos tienden siempre á alejarlas de la playa, las dunas pueden llegar con el tiempo á invadir las sementeras y sobre todo interceptar el curso de las aguas que riegan el suelo, contribuyendo á formar lagunas y pantanos. En las orillas del golfo de Gascuña se ha conseguido impedir la invasión de las dunas formando bosques de pinos, cuyas raíces consolidan los terrenos, y

cuyas copas sirven para detener las arenas agitadas por el viento.

Aluviones : depósitos de agua dulce y depósitos marinos; deltas.

12. Aluviones. — Dáse el nombre de *aluviones* á todos los materiales acarreados por los torrentes y rios caudalosos y que quedan estacionados en sitios distantes, cuando la diminución de la corriente impide que vayan más lejos. Estos materiales constan : de *guijarros arrollados*, que son residuos de rocas más ó menos grandes, cuyos ángulos se redondean por la acción del rozamiento contra el cauce del torrente ó rio; de *arena* y de fragmentos de *arcilla*, que se mezclan con residuos orgánicos de todo género, formando asi un fango que se precipita cuando la corriente es apenas perceptible.

Después de una inundación, este limo ó fango, formando una capa uniforme sobre los prados que el rio cubria, se transforma, por la acción de las materias orgánicas que contiene en abono fertilizante.

Cuando el torrente invade el llano ó se precipita en un lago, los aluviones se van quedando en el tránsito á medida que la corriente disminuye, comenzando por los fragmentos más pesados de las rocas, el cascajo, las arenas gruesas y después las menudas, y el todo forma un amplio cono que se dilata en dirección del llano ó del lago, con guijarros arrollados en torno de él y principalmente en su vértice, con más una mezcla de piedras y cascajo cada vez más menudo, hasta llegar á la arena y al fango formado por el limo : esto es lo que se denomina *delta torrencial.*

13. Depósitos de agua dulce; deltas. — Cuando un rio antes de llegar á su desembocadura se dilata considerablemente á través de un terreno llano, la diminución de la corriente ocasiona el estancamiento de los aluviones y la elevación del cauce del rio, de suerte que el fango que lo forma va penetrando progresivamente en el mar. Los *deltas*, nombre que se da á los aluviones que los rios depositan en sus desembocaduras, á causa de su parecimiento á la letra griega llamada delta (Δ), son de forma triangular, con el vértice en dirección al río y la amplia base penetra en el mar.

Cuando el agua de un río penetra en el mar, llega un

momento en que la corriente fluvial y la marina se equilibran. En este punto acumúlanse los aluviones y forman *la barra*, que tiende á invadir la superficie del mar y va cerrando la desembocadura ó estuario. Cuando el mar de estas regiones está sujeto á fuertes mareas, la barra cambia de sitio, se adelanta ó retrocede; pero cuando, como en el Mediterráneo, las mareas son poco notables, entonces la barra es fija, va elevándose gradualmente, y los depósitos de aluviones detrás del obtáculo llegan á formar un delta. Entonces el río se divide en dos, tres ó más bocas que recorren el delta, y éste continúa de año en año prolongándose y avanzando cada vez más hacia el mar. De esta suerte el delta del Ródano va ganando al mar anualmente unos cincuenta metros, el del Misisipi, como doscientos cincuenta, mientras el del Nilo ya no se mueve de su sitio, pues las inundaciones periódicas han librado en parte al río de sus aluviones.

14. Depósitos químicos de las aguas dulces. — El agua

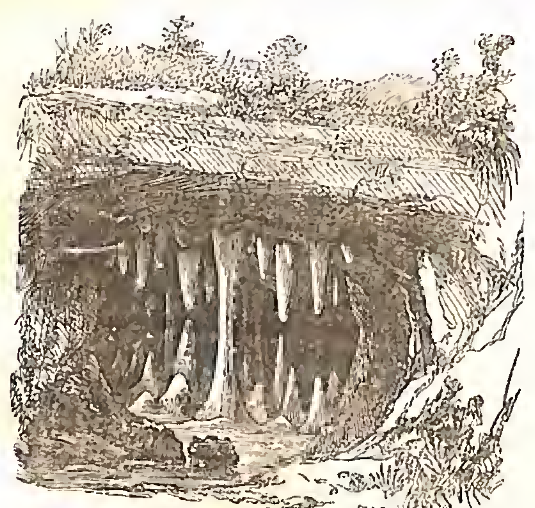


Fig. 11. *Estalactitas y estalagmitas : las primeras pendientes del techo y las segundas descansando sobre el suelo de la gruta.*

influye también químicamente. Sabemos que el agua muy poco saturada de ácido carbónico disuelve las rocas cal-

cáreas á través de las que se infiltra; pero, cuando vuelve á encontrarse en contacto con el aire, el ácido carbónico se evapora, y los calcáreos en disolución se precipitan. Tal es el origen de las fuentes *incrustadoras*, que petrifican los diversos objetos en ellas sumergidos; de las *estalactitas* y *estalagmitas* (fig. 11), que adornan algunas grutas en las que destilan aguas calcáreas.

Siendo el carbonato de cal menos soluble en el agua de mar que en agua dulce, los rios cargados de materias calcáreas las depositan cerca de la desembocadura, formando asi bancos cretosos extensos, análogos á los sedimentos marinos.

Tufos ó tobas. — Los *tufos* se componen principalmente de rocas porosas calcáreas, que constan de materias cretosas pulverulentas, que se han asentado por la acción del agua, ó que han formado incrustaciones al pie de ciertos musgos. Se halla tufo con frecuencia debajo de la tierra vegetal, donde forma extensas masas de bastante espesor, y de donde se saca una piedra ligera para obras, pero poco sólida.

13. **Depósitos marinos calcáreos.** — Los depósitos calcáreos, que son entre los depósitos marinos los de más importancia, son en gran parte de origen animal. Resultan de la acumulación en las profundidades del océano de restos de conchas microscópicas de *foraminíferas* (véase p. 234), las que comienzan por formar un lodo cretoso, que poco á poco se asienta y consolida en forma de rocas duras y compactas, de considerable espesor, que va siempre en aumento.

Los poliperos coralíferos (V. p. 238) de los mares cálidos y principalmente del Océano Pacífico, siguen siendo aún grandes criaderos de rocas marinas calcáreas. La masa de estos arrecifes es constituida por restos de poliperos muertos aglutinados por una pasta calcárea, y exteriormente por los poliperos vivos, que se sumergen más ó menos profundamente en el mar. Estos arrecifes, que forman como un cinturón en torno de ciertas islas, como por ejemplo la Nueva Caledonia, casi nunca se ven junto á la tierra firme, sino que forman como barreras en torno de las playas, separadas de éstas por un canal, al que es posible penetrar sólo por unas aberturas naturales lla-

madas *pasos*. Los escollos de corales cesan á flor de agua pues los poliperos no pueden vivir fuera del mar.

Frecuentemente una isla entera llamada *atol* (fig. 12) no es otra cosa que una aglomeración de corales. Tiene siempre la forma de anillo completo ó incompleto de arrecifes, que circunda una laguna enteramente cerrada ó que comunica con el mar por uno ó muchos pasos. Se cree que estos arrecifes anulares han debido formarse en un principio en torno de una isla que después se ha sumergido, pues los poliperos siguen subiendo para mantenerse á flor de agua. También se cree que los corales se han agrupado en torno de un volcán apagado, al que las ondas habrian arrebatado toda la parte saliente. En tal caso los corales ocuparían los bordes del antiguo cráter, cuyo fondo lleno de agua formaría la laguna.

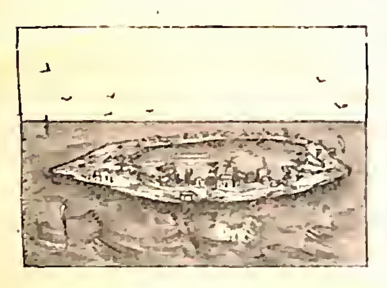


Fig. 12. *Atol.*

16. Depósitos ó sedimentos arcillosos y silíceos. — Estos son sedimentos de lodos y arenas que provienen del desmoronamiento de las rocas silíceas, así como del estuario de los rios que arrojan su limo al mar. Las arenas se forman cerca de las playas graníticas y de los bancos de cascajo ó guijas redondas, que también provienen de fragmentos de granito, ó del derrumbe de barrancos de creta, que contienen en su masa riñones de silex.

Ciertas algas del grupo de las *diatómeas* (V. p. 440) en que se incrustan carapachos silíceos microscópicos, forman al caer y acumularse en el fondo del mar, una roca, de que se saca un polvo blanco, muy fino y duro, denominado trípoli, que sirve para limpiar y pulimentar metales.

Ventisqueros ó nevados; morenas; bloques erráticos.

17. Ventisqueros. — Los ventisqueros son inmensas masas de hielo producidas por las nieves eternas, que se acumulan y se condensan en las altas montañas. El límite

de las nieves eternas varía con la latitud de las regiones montuosas. En los Alpes empieza á la altura de 2,500 metros próximamente, en el Ecuador sube á 4000, y en las regiones polares empieza en el mismo nivel del mar. Las nieves de las vertientes de las montañas, ya procedan de la atmósfera ó del descenso de aludes, se aglomeran en las anfractuosidades del terreno y constituyen las aglomeraciones considerables que reciben el nombre de *Nevados*.

En la parte superior de los nevados, la nieve, movediza y en copos, se extiende en *campos*; pero á medida que va adquiriendo profundidad, se comprime por la acción de su propio peso, formando primero un hielo blanquecino y turbio, y más al fondo, otro hielo duro y transparente



Fig. 13. *Ventisqueros con canchales laterales y medios.*

que mirado desde el fondo de una grieta de ventisqueros presenta admirable color azul (*fig.* 13).

Los ventisqueros no permanecen inmóviles en las pendientes donde se forman, sino que bajan, resbalando por la acción de su propio peso con extremada lentitud. De este modo recorren en los valles 40 á 60 metros por año.

La manera más fácil de convencerse de la existencia del fenómeno es plantar en el hielo una línea transversal de pequeños postes, y marcar en las rocas inmediatas la posición exacta. Al año siguiente y por la misma época se les encontrará á unos 50 metros más abajo de su posición primitiva, lo cual indica que el ventisquero ha resbalado la misma extensión durante el año. Como este movimiento es más acentuado en la línea media que en los bordes, los postes de madera, en vez de permanecer en línea recta, constituyen una curva cuya convexidad mira al valle.

Á pesar de este movimiento continuo, los ventisqueros conservan aparentemente el mismo aspecto y parecen inmóviles. Esto se debe á su renovación constante en la parte alta de la montaña mediante las tormentas y la formación de los nevados, mientras que en su parte inferior, durante las estaciones templadas y cálidas, se funden, dando origen á torrentes que en general salen del ventisquero bajo una bóveda de hielo.

Morenas. — Este movimiento de una masa tan considerable no se efectúa sin dejar á cada lado en las orillas rastros de su paso. Consisten en montones de piedras arrancadas por el deslizamiento del ventisquero ó procedentes de la caída de los aludes. Estas hileras de piedras de los bordes del ventisquero los geólogos las llaman *morenas* ó peñascales *laterales*. Cuando dos ventisqueros se encuentran y se reunen, la reunión de dos morenas laterales forma una *morena intermedia* (*fig.* 13). Más adelante,

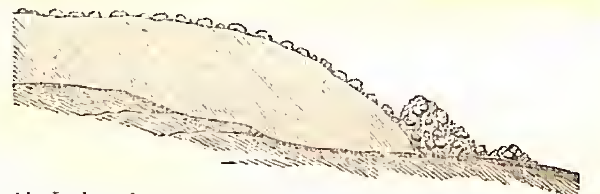


Fig. 14. *La base de un ventisquero con una morena intermedia frontal.*

estas largas hileras de piedras, al reunirse en la parte inferior del ventisquero, constituyen la *morena* ó *peñascal frontal* (*fig.* 14).

Al resbalar, el ventisquero pulimenta las rocas de la

orilla, y por causa del rozamiento les da aspecto estriado. En el fondo de su cauce, arranca, gasta, deshace cuanto se opone á su paso y asi produce cantos rodados estriados, arena y lodos que son arrastrados por el torrente á que da origen la fusión del hielo. Este limo se deposita parcialmente á la salida del ventisquero, en montones á veces considerables, que se llaman *depósitos glaciales.* También se denomina *morena de fondo* á esta mezcla de lodo, de arena y de piedras rodadas ó cantos estriados, que forma la parte principal del ventisquero.

Los rastros que el resbalar de los ventisqueros deja en las rocas, el *aspecto aborregado* del suelo que formaba el fondo de su cauce, los restos de morenas y de depósitos glaciales permiten darse cuenta del sitio donde estaban los antiguos ventisqueros que, en el momento del período glacial (V. Cap. VIII) cubrian la Suiza, los Vosgos, el Jura y el valle del Ródano, y extendiéndose en dirección á Lyon.

18. Bloques erráticos. — Ciertos pedazos enormes de rocas, arrancadas á las laderas de la montaña, pueden ser arrastrados y depositados por el ventisquero; tal es el origen de los *bloques ó peñones erráticos.*

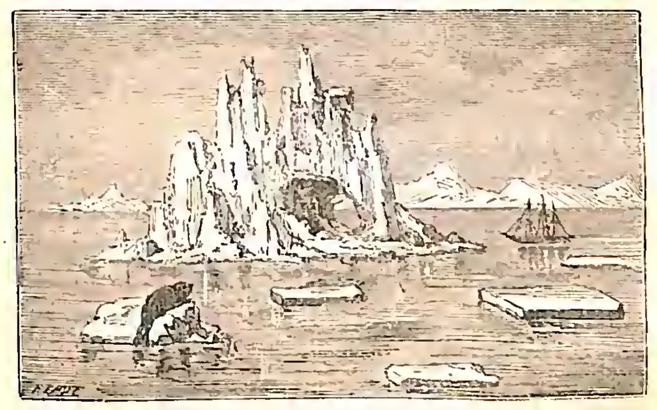


Fig. 15. *Témpanos de hielo flotantes.*

Estos bloques de piedra, que se hallan en medio de las arenas y guijas listadas, como vestigios del sitio de un

antiguo nevado ó ventisquero, son muy comunes en el norte de Europa y en los Alpes. Presentan estrias ó surcos parecidos á los que se ven en las rocas cerca de las que han pasado. Estos bloques ó peñascos, arrancados á las altas montañas, han sido acarreados por la marcha lenta de los ventisqueros de la época cuaternaria hasta las vertientes de las montañas y hasta los valles. Su peso considerable excluye toda idea de transporte por medio de las aguas

19. Hielos flotantes. — En las regiones polares los campos de hielo ó nevados llegan hasta el mar, llevando enormes bloques de hielo, que durante la estación cálida se desprenden de la masa principal, y se van al garete, impulsados por los vientos y las corrientes marinas, formando lo que se llama *hielo flotante*, montañas de hielo ó *ice-bergs* (*fig.* 15), que pueden llegar sin derretirse hasta el banco de Terranova.

Resumen.

I. Los fenómenos que modifican actualmente la corteza sólida del globo están producidos por tres agentes principales: el *aire atmosférico*, el *agua*, y el *calor central del globo*

II. El aire atmosférico y el agua dan por resultado la descomposición y la disgregación de las rocas superficiales. reduciéndolas á fragmentos ó á polvo.

III Los fragmentos asi desprendidos de las rocas son arrastrados y rodados por las aguas corrientes, que los depositan en seguida más ó menos lejos en los bordes ó en el fondo de sus lechos, cuyo nivel levantan.

IV. Las lenguas de tierra fértiles que se observan en la embocadura de los grandes ríos, y que se designan con el nombre de *deltas* á causa de su configuración, están formadas por los depósitos de limo que los ríos han arrastrado y abandonado á su entrada en el mar, donde su corriente va perdiendo la fuerza.

V. Las *dunas* son montículos de arena que el viento de la mar empuja y acumula en algunas orillas, y que tienden sin cesar á invadir el interior de las tierras.

VI. Se designan con el nombre de *concreciones* los depósitos cristalinos de materías calcáreas que ciertas aguas, cargadas de

ácido carbónico, han disuelto filtrando á través de las rocas, y que han dejado cristalizar en seguida perdiendo al aire su ácido carbónico.

VII. Los *ventisqueros* son grandes masas de hielo producidas por la acumulación de las nieves perpetuas ó *nevados* en las vertientes de las montañas ó en los valles de las cordilleras. Estas masas de hielo resbalan por las pendientes que los sostienen y arrastran consigo pedazos de roca que van reuniéndose en los valles inferiores, donde forman montículos prolongados que se denominan *canchales*.

VIII. Los canchales se dividen en *laterales*, *medios*, *frontales* y *de fondo*.

IX. Los *depósitos glaciales*, arrastrados por el torrente, están formados de masas de lodo, de arena y de cantos rodados estriados, que el resbalar del ventisquero produce en el fondo.

X. Los *bloques erráticos* son enormes rocas ó peñascos arrancados de las cimas de las montañas y transportados á lo lejos por los ventisqueros á las faldas de las montañas ó hasta los valles.

XI. Los *hielos flotantes* ó *ice-bergs* son énormes pedazos de hielo que se desprenden de los ventisqueros polares.

CAPÍTULO III

Calor central interno del globo : fuentes termales ; sedimentos ó depósitos ; filones metalíferos. — Volcanes ; filones de rocas. — Temblores de tierra : translación de las líneas ribereñas.

Calor interno del globo: Fuentes termales; sedimentos; filones metalíferos.

20. Calor central. — Las variaciones de la temperatura atmosférica, producidas por la diversidad de las estaciones y de los climas, cesan de hacerse sentir á una corta distancia en el interior de la tierra. La observación demuestra, en efecto, que á una pequeña profundidad, variable según los sitios, la temperatura del suelo permanece constante y generalmente igual á la temperatura media de la localidad. Así es cómo en Paris no se ejerce ya á una profundidad de 25 metros próximamente la influencia de las estaciones. Á esta distancia de la superficie del suelo, la temperatura es lo mismo en invierno que en verano, marcando el termómetro unos 11° centígrados. Así pues, la

temperatura constante de los sótanos del Observatorio de Paris, situados á 28 metros de profundidad, es de 11°,8.

Pero, á partir de este punto, si se profundiza más en el interior de la tierra, la temperatura aumenta progresivamente á medida que se desciende. Las observaciones que se han podido hacer hasta ahora indican un aumento medio de 1 grado por 33 metros de profundidad. La diferencia de nivel que corresponde á la elevación de 1° de temperatura se llama *grado geotérmico*. Resulta de este hecho que á la distancia de tres kilómetros debajo del punto del calor constante, debe ser de 100 grados la temperatura del suelo, y que, si la ley se continúa regularmente. á una profundidad de 100 kilómetros, se encontrarán más de 3.000 grados, temperatura suficiente para fundir todos los cuerpos que nosotros conocemos. Es, pues, cierto, como por otra parte lo confirman las erupciones volcánicas, que la masa central del globo se encuentra todavia hoy en estado de fusión ignea, cubierta por la corteza sólida en la superficie de la cual vivimos, y cuyo espesor no puede casi pasar de 40 á 50 kilómetros.

21. Fuentes termales, aguas minerales. — Las fuentes de agua caliente ó *fuentes termales* que se encuentran en gran número de localidades, principalmente en las montañas de rocas eruptivas y en los paises volcánicos, vienen de las profundidades de la tierra, donde han adquirido la alta temperatura que les es propia.

Las aguas minerales, según su composición se dividen en: *gaseosas*, cuando contienen ácido carbónico libre, como el agua de Seltz natural, pero con más frecuencia son á la vez ferruginosas (aguas de Royat, cerca de Clermont-Ferrand) ó alcalinas (aguas de Saint-Galmier, de Vichy, etc.); *sulfurosas*, cuando se hallan saturadas de hidrógeno sulfurado ó de sulfuros alcalinos que les dan un olor de huevos podridos: su temperatura es por lo regular elevada (aguas de Dax, de Aix en Provenza, y de los Pirineos: Barèges, Luchón, Cauterets, etc.); *alcalinas*, ricas en bicarbonatos alcalinos (aguas de Vichy, de Spa, etc.); *salinas*, que contienen sulfatos de potasa, de sosa ó de magnesia, á lo que deben sus propiedades purgantes (aguas de Sedlitz, de Pulna, de Hunyadi-Janos); *ferruginosas*, que contienen sulfato ó carbonato de hierro: en tal caso son gaseosas

(aguas de Royat, Bussang, Orezza, etc); *silíceas*, con temperatura muy elevada, y cargadas de sílice incrustadora, la que se deposita en el suelo que rodea la abertura de la fuente y petrifica cuanto está alrededor (como los Geysers de Islandia). Citaremos también las fuentes *incrustadoras* cargadas de calcáreo, que se deposita poco á poco, á medida que el agua va perdiendo el ácido carbónico que contenía, con exceso, como las de Saint-Nectaire, de Auvernia y de otras muchas regiones.

22. Geysers. — Dáse este nombre á las fuentes de agua hirviendo (*fig.* 16) que lanzan un chorro intermitente, que

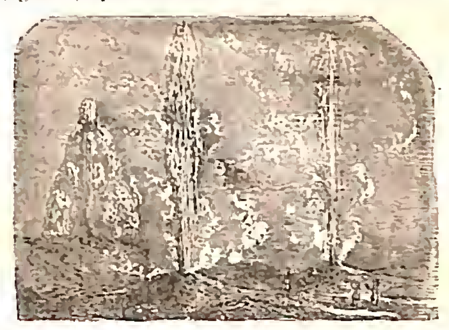


Fig. 16. *Geysers ó Fuentes que arrojan agua hirviendo (Islandia).*

dura sólo algunos minutos, una ó dos veces, cada veinticuatro horas. Los hay en Islandia, á algunos kilómetros del Monte Hecla, en la América del Norte y en Nueva Zelandia. Las aguas de los *geysers* son aguas de infiltración que se calientan á una gran profundidad de la tierra, al contacto de las paredes candentes de las rocas que forman el suelo de los volcanes. El tiempo requerido para que el agua se caliente y se renueve en cantidad suficiente después de una erupción, explica la intermitencia de los chorros y el largo intervalo que los separa.

23. Depósitos ó sedimentos de las fuentes termales. — Las aguas de las fuentes termales, cuando llegan á estar en contacto con el aire, especialmente las que brotan de tierra á una temperatura elevada, sufren un enfriamiento notable en virtud de una rápida evaporación; resultando de aqui que una parte de las sales que tenian en disolución

va á depositarse en el interior del conducto natural ó artificial por donde sale el agua, en los bordes de la grieta por donde brota la fuente, y por todo el terreno cercano por donde corren las aguas.

Así es que el suelo de los geysers de Islandia se ve cubierto de incrustaciones silíceas parecidas á las piedras molares, en una extensión de unos ocho kilómetros de largo por uno de ancho. Á través de las grietas que forma esta capa roqueña se elevan los chorros de vapor de los geysers, siendo los más elevados los que salen de una abertura situada en el vértice de un cono silíceo de algunos metros de altura.

Incrustaciones calcáreas ó silíceas tapizan el conducto por donde brota la fuente termal con una capa interior del todo parecida á la ganga silícea que rodea los minerales metálicos. Los sedimentos ó depósitos, sobre todo cuando la fuente cae á modo de cascada, pueden llegar á ser considerables, hasta formar verdaderos bancos de toba calcárea, conocidos con el nombre de *Travertino:* los más afamados son los de Tívoli, en Italia, de donde se extrae piedra para edificar.

24. Filones metalíferos. — Los *filones metalíferos* (venas ó vetas *fig.* 17) son hendeduras del interior de la tierra, que se hallan por lo regular en las regiones volcánicas que han estado sujetas á terremotos. Las paredes de estas hendeduras están cubiertas de arcilla y de una costra silícea y calcárea, debajo de la cual está el mineral que llena la grieta. Esta disposición ha inducido á creer que los filones metalíferos habían estado en un principio ocupados por fuentes termales, en las que poco á poco había ido depositándose la ganga y el metal que tenían sus aguas en suspensión y disolución.

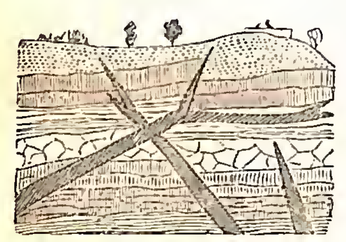


Fig. 17. *Filones metalíferos.*

Los principales filones metalíferos son los *filones estanníferos,* llenos de óxido y se sulfuro de estaño; los *filones plombíferos,* que contienen plomo en estado de sulfuro, y

con frecuencia mezclado con bismuto, cobre, mercurio ó plata; los *filones auríferos*, en los que el oro se encuentra en estado nativo, ó aliado á otros metales pesados como el platino y el iridio, que tienen pocas afinidades químicas.

Volcanes y filones de rocas.

25. **Volcanes.** — Los *volcanes* (*fig.* 18) que pueden ser considerados como pertenecientes á la misma clase de fonómenos que las fuentes minerales y los geysers, aunque sus efectos dinámicos son de una energía mucho mayor, consisten esencialmente en unas especies de chimeneas ó conductos subterráneos, que establecen una comunicación temporal ó permanente de las rocas en fusión del interior del globo con su superficie. La mayor parte de los volcanes forman las montañas más ó menos elevadas, por cuya cúspide se abren paso por una cavidad redonda, á modo de taza, y que se llama *cráter*. El cráter ocupa el vértice de un cono formado por las sustancias que el volcán arroja, de donde le viene el nombre de *cono de escorias* ó *volcánico*. Los volcanes se elevan en las islas, en las costas y en las cercanias de las líneas de dislocación del globo, y en las regiones montuosas y abruptas. No se hallan en los terrenos llanos. Los principales volcanes son: en Europa, el Hecla, el Vesubio, el Etna, y el Stromboli; en África, los volcanes de las islas Canarias y de la isla de Borbón; en Asia, los de Kamtchatka; en América, los de Méjico y de la cordillera de los Andes.



Fig. 18. *Volcán.*

26. **Erupción volcánica.** — La erupción volcánica se anuncia ordinariamente por medio de los ruidos subterráneos, las trepidaciones del suelo en las cercanías del cráter y al pie de la montaña, por las perturbaciones de la aguja imanada, y la súbita fusión de las nieves que suelen coronar el volcán. Después de un modo repentino y

brusco, un formidable estampido causado por la primera explosión del vapor, anuncia que la erupción ha comenzado. Entonces se eleva á gran altura una columna de vapor de agua, que forma una nube sobre el cráter. Al mismo tiempo se ven lanzadas en medio de esta columna piedras voluminosas, algunas de ellas de forma ovoide, con rayas en su superficie y á las que se ha denominado bombas volcánicas, así como piedras más pequeñas ó *lápilli*, y finalmente cenizas, ó hablando con más propiedad, polvo. Como todos estos cuerpos tienen la temperatura del hierro candente, hacen que la columna de erupción se vea incandescente durante la noche. Constituyendo el vapor de agua el 95 p. 100 de los gases que salen del cráter (ácidos carbónico, clorhídrico y sulfuroso) puede decirse que los volcanes *no arrojan fuego ni humo*, en el sentido estricto de estas voces.

Al condensarse sobre el volcán este vapor de agua ocasiona fuertes tormentas. Las mismas nubes volcánicas y la columna de vapor de agua pueden verse atravesadas por los relámpagos; entonces caen sobre el volcán lluvias torrenciales, que al mezclarse con las cenizas arrojadas, forman torrentes de lodo, que corren á gran distancia, destruyendo todo cuanto encuentran al paso. Así fué cómo quedó sepultada Herculano, mientras Pompeya desaparecía bajo las cenizas del Vesubio el año 79 de nuestra era.

El cráter va llenándose después poco á poco de lava incandescente, que sube en ebullición, y se derrama entonces, ó sale por las grietas del cono volcánico en forma de *arroyo encendido*, cubierto de vapores durante el día é incandescente de noche, y que va bajando lentamente por la vertiente de la montaña, llegando á veces hasta el valle y calcinando cuanto encuentra en su trayecto. Las lavas se solidifican al enfriarse, y forman una roca dura, de color subido, compacta en el centro y más ligera y porosa hacia la superficie. Pueden también los filones llenar huecos que hay entre las rocas sedimentarias. De igual modo, al secarse los lodos, forman tobas ó tufos volcánicos, en cuya masa se encuentran los restos de animales y vegetales que han destruído.

Las cenizas que arroja la erupción se elevan en la atmósfera á considerable altura y van á parar á inmensa distancia del punto de partida. Así, por ejemplo, en 1883 se han

visto en el cielo de París cenizas que provenían de la terrible explosión volcánica de la isla de Krakatoa, en el archipiélago de la Sonda (Oceania).

La erupción dura algunos días; después la columna de vapor, que al principio ennegrecían las cenizas, va aclarando, disminuye progresivamente su altura, y por fin vuelve al estado en que se hallaba antes de la erupción ó desaparece por completo. La salida de la lava coincide con una diminución notable de la violencia de la erupción.

27. **Causas de las erupciones volcánicas.** — La proximidad al mar de los volcanes y la gran cantidad de vapor de agua que arrojan, hacen sospechar que las erupciones volcánicas provengan de infiltraciones de agua de mar que lleguen en gran abundancia hasta las capas ígneas del globo. En tal caso, el agua se transformaría en vapor con enorme tensión, y daría así origen á toda la serie de fenómenos volcánicos.

28. Fumerolas. Solfataras. Mofetas. — Se da el nombre de *fumerolas* á los humos en forma de chorro de vapor de agua, mezclado con gas clorhídrico y sulfuroso, que se ven elevarse sobre el cráter y el cono del volcán, durante muchas semanas, y aun meses, después de la erupción. Las fumerolas permanentes existen en algunas regiones volcánicas, por ejemplo en Ischia, cerca de Nápoles, donde las capas profundas del suelo están tan calientes, que en ellas se vaporiza el agua de las infiltraciones.

Las *Solfataras* son volcanes semiapagados. Por las grietas que hay en antiguos cráteres se elevan á muchos metros de altura chorros de vapor de agua mezclado con gas sulfuroso é hidrógeno sulfurado. Las más notables solfataras se ven en Sicilia, y en Pouzzoles, cerca de Nápoles, donde dejan sedimentos de azufre nativo tan considerables, que han merecido la pena de ser explotados.

Las *Mofetas* constituyen por decirlo así el último escalón de la actividad volcánica, pues no son sino meras emanaciones de ácido carbónico que exhala la tierra. Las hay en Auvernia y á orillas del Rin; pero la más célebre es la de la gruta del Perro, cerca de Nápoles.

29. Filones de rocas. — Los *filones de rocas* son de origen igneo. Como ellos contienen sustancias minerales que

han sido lanzadas, cuando estaban en fusión, á través de terrenos sedimentarios, los filones de rocas se componen de granito, de pórfidos, de traquitos ó de lavas, pero rara vez contienen minerales metálicos. Por tanto, estos filones difieren por completo, en cuanto á su manera de formación, de los filones metalíferos, cuyo origen es hidrotermal.

Temblores de tierra.

30. Temblores de tierra. -- El temblor de tierra es una oscilación del suelo en sentido vertical, de abajo arriba, ó en sentido horizontal, pareciendo entonces como si fuese el resultado de un encogimiento de la corteza terrestre. Lo más común es que coexistan ambos movimientos durante los grandes terremotos, y entonces la conmoción del suelo derriba todo lo que hay en la superficie. La intensidad de los temblores de tierra es muy variable: á veces consisten en una serie de pequeños sacudimientos separados por algunos segundos de intervalo; y otras hay sólo una ó dos fuertes sacudidas de algunos segundos, bastantes para que el desastre quede consumado.

Existe en todo temblor de tierra un centro en que el esfuerzo terrestre ha llegado á su máximum; de allí el sacudimiento se extiende á lo lejos, á veces á gran número de kilómetros, disminuyendo de intensidad progresivamente, como las ondulaciones circulares que forma en la superficie de las aguas tranquilas la caída de una piedra.

Aparte de la destrucción de los edificios y de las inmensas grietas que se abren en el suelo, los temblores de tierra, cerca de las costas, van acompañados de una oscilación brusca del fondo del mar, que levanta una ola de quince á veinte metros de altura, la que se precipita sobre la playa sumergiendo y destruyendo cuanto encuentra. Estas olas enormes por su fuerza de traslación, se llaman en Francia *raz de marée*, lo que equivale á *marejada* ó *marea magna*.

Los temblores de tierra son producidos por explosiones de gases acumulados en las profundidades de las rocas, ó como las erupciones volcánicas, por infiltraciones de agua que llegan hasta las profundidades candentes del globo, donde se transforman súbitamente en vapor.

31. Elevaciones y depresiones bruscas y lentas del suelo. — Los geólogos consideran como uno de los efectos del calor central las diversas elevaciones bruscas de rocas igneas, que han dado lugar en ciertas épocas á la formación de cadenas de montañas. Hoy está fuera de duda que la costa occidental del Groenlandia, ha ido bajando desde hace cuatro siglos de un modo gradual en una extensión de más de cien leguas, hasta el punto de haberse sumergido poco á poco pueblos y otras construcciones establecidas en sus márgenes. Por el contrario, de las observaciones comenzadas en 1731 por la Academia de Upsal, y continuadas hasta hoy, resulta que se ha ido elevando gradualmente el suelo de una parte de Suecia y de Finlandia desde aquella época, y sin ninguna sacudida aparente. Añadamos que una misma porción limitada del suelo puede elevarse y bajarse sucesivamente, como es buen testimonio el famoso templo de Serapis, cerca de Nápoles, cuyas tres columnas de mármol, que han quedado en pie sobre su base, actualmente al nivel del mar, están incrustadas de numerosas conchas marinas, hasta una altura de cinco metros : prueba cierta de su larga inmersión, y por consecuencia de la depresión y elevación sucesivas del terreno sobre el que se edificó el templo en los tiempos antiguos.

32. Alteraciones de las líneas ribereñas. — El cambio de posición que se observa en las lineas ribereñas ó de las costas, se atribuye á diversas causas : á los hundimientos y solevantamientos lentos del suelo, como acabamos de verlo ; al acarreo de aluviones de los ríos y á la formación de deltas que avanzan más y más hacia el mar, hasta obstruir las bahias y los estuarios; y finalmente á la acumulación de nieves en las montañas ribereñas, que tienden, en virtud de la atracción, á elevar el nivel del mar, en la región sometida á su esfera de acción.

Resumen

I. Demuestra la observación que, á una pequeña profundidad en el interior de la tierra, variable según los lugares, cesa de hacerse sentir la influencia de las estaciones. La temperatura del suelo permanece constante todo el año, y generalmente igual á la temperatura media de la localidad.

II. Á partir de una profundidad, que en Paris es de unos

25 metros, la temperatura aumenta un grado por cada 33 metros más que se bajan.

III. Este aumento progresivo de temperatura, los temblores de tierra y los fenómenos volcánicos, son pruebas ciertas de que la tierra se halla aún en un estado de fusión incandescente.

IV. Las *fuentes termales* vienen de las profundidades de la tierra, donde adquieren su temperatura elevada. Según los elementos que las componen, se dividen en gaseosas, sulfurosas, alcalinas, salinas, ferruginosas y silíceas.

V. Los *geysers* son fuentes termales en ebullición, que se encuentran en Islandia, en la América Septentrional y en Nueva-Zelandia.

VI. Los *filones metalíferos* son de origen hidrotermal.

VII. Los *volcanes* son unas especies de chimeneas ó conductos subterráneos que establecen una comunicación temporal ó permanente del interior de la tierra con su superficie. Su abertura, á modo de taza, llamata *cráter*, reposa ordinariamente sobre un cono elevado compuesto de escorias volcánicas.

VIII. Los productos volcánicos consisten : en vapor de agua, en una proporción de 95 por 100, gases (ácido clorhídrico, ácido sulfuroso, ácido carbónico, hidrógeno carbonado ó sulfurado), cenizas, piedras y lava.

IX. Las *solfataras* son volcanes mucho tiempo ha extinguidos, cuyo cráter desprende continuamente vapores hidrosulfurosos, que se condensan y descomponen en el suelo de las inmediaciones, formando así minas de azufre ó azufreras naturales.

X. Los *filones de rocas* se componen de las rocas ígneas (granito, pórfidos, traquitos y lavas) que han sido lanzadas á través de los terrenos sedimentarios.

XI. Se entiende por *elevación* las erupciones de rocas ígneas que, en ciertas épocas, han dado origen á las cadenas de montañas. Á estas elevaciones bruscas ó lentas corresponden generalmente depresiones del mismo orden.

XII. Las alteraciones que se observan en las líneas de las riberas ó costas, provienen de solevantamientos y hundimientos lentos del suelo, así como de la invasión de las bahías y estuarios por los aluviones fluviales.

CAPÍTULO IV.

Comparación de los fenómenos actuales con los fenómenos antiguos. — Rocas eruptivas, rocas sedimentarias, estratificación. — Fósiles

Fenómenos geológicos actuales y antiguos.

33. Comparación de los fenómenos actuales con los fenómenos antiguos. — En los anteriores capitulos hemos examinado los diversos fenómenos actuales, acuáticos y terrestres, que son susceptibles de modificar el aspecto de la superficie del globo. Hemos visto cómo las aguas corrientes carcomen las rocas y forman deltas; hemos asistido á la aglomeración de los depósitos marinos, y á la formación de los arrecifes de coral, á las erupciones volcánicas, á los terremotos, á los hundimientos y solevantamientos lentos, que modifican las lineas ribereñas.

Los fenómenos geológicos antiguos, que vienen ejerciendo su acción desde el principio del mundo, han dado á la tierra su relieve moderno. Eran idénticos á los fenómenos geológicos actuales, pero de una potencia infinitamente mayor; torrentes de una amplitud máxima deformaban los valles, donde nuestros mayores rios sólo ocupan hoy una parte muy limitada; las lluvias eran diluvios, á los que seguía un período glacial, durante el cual los continentes se convertian en campos de hielo; la corteza terrestre al contraerse ó al ser solevantada por el fuego central crujia por todas partes; los continentes se veian sumergidos, ó al revés otros salian de los mares; surgian volcanes en diversas regiones del suelo primitivo; erguianse las cordilleras, y en medio de estos trastornos bruscos o lentos, continuaba fermentando la vida en el globo. Las especies animales nacian y desaparecian, caracterizando por su presencia un periodo geológico; otras especies se transformaban en variedades más apropiadas á los medios en que debian vivir, creando asi, mediante una serie de modificaciones sucesivas, nuevas especies; y de la misma manera que los fenómenos geológicos antiguos superaban con mucho en intensidad á los fenómenos geológicos modernos, de igual modo los vegetales, los ani-

males, reptiles y mamíferos, eran de mayores dimensiones que los vegetales y animales actuales, entre los cuales, los mayores y más macizos : el elefante, el rinoceronte y el hipopótamo, que son los que mejor representan á sus antepasados de los tiempos geológicos, tienden á desaparecer.

Rocas eruptivas, rocas sedimentarias; estratificación

34. Naturaleza y origen de las rocas. Rocas ígneas ó no estratificadas; rocas sedimentarias ó estratificadas. — Las diversas rocas que forman la parte de la corteza terrestre accesible á nuestros sentidos no nos ofrecen todas la misma disposición (*fig.* 19). Unas son masas irregulares

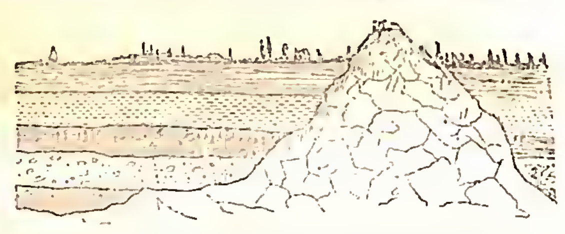


Fig. 19. *Corte de terreno mostrando la disposición de las rocas igneas en masas irregulares, y de rocas sedimentarias regularmente estratificadas.*

sin ninguna apariencia de simetría. Las otras, por el contrario, están dispuestas con regularidad en forma de capas superpuestas y paralelas, separadas por hendeduras generalmente horizontales ó más rara vez oblicuas. Esta disposición de las rocas en capas paralelas ha recibido el nombre de *estratificación*. De aquí la división de las rocas en *no estratificadas* y *estratificadas*.

1.° Las *rocas no estratificadas*, es decir, las que están dispuestas en masas irregulares, se componen todas de minerales cristalizados, principalmente granitos y pórfidos, que después de haber sufrido la fusión ignea de donde les viene el nombre de *rocas igneas* ó plutónicas, se han enfriado muy lentamente. Algunos las distinguen también con el nombre de *rocas eruptivas* ó de erupción, reservando el de *rocas volcánicas* á las vomitadas por los volcanes actuales ó de tiempos geológicos próximos al hombre.

2.° Las *rocas estratificadas*, al contrario, resultan de los

depósitos que se han formado poco á poco en el fondo de los mares, de los lagos, ó de los ríos, y que, por esta razón, se han extendido en capas horizontales: razón por la que les dan los geólogos el nombre de *sedimentarias ó neptúnicas.*

Las rocas sedimentarias neptunianas se encuentran en las llanuras y en las vertientes de las montañas, mientras que las igneas ó plutónicas se encuentran por regla general debajo de las capas de sedimento ó en el centro de las grandes montañas, cuya masa interior constituyen con frecuencia. Las rocas neptúnicas, en muchas localidades parece que han sido rotas, atravesadas y vueltas á enderezar por las rocas plutónicas, que se han intercalado entre ellas ó elevado por encima de su nivel para formar montañas, picos, peñones, etc.

Las principales rocas igneas ó plutónicas son los *granitos* los *pórfidos*, los *basaltos*, y las *lavas*. Las rocas de sedimento ó neptúnicas más comunes son las *calizas*, los *asperones*, las *arenas*, y las *arcillas*.

35. Diferencias de estratificación. — Los depósitos sedimentarios que se han formado en el fondo de las aguas lentamente han debido tomar una dirección horizontal. En efecto, asi se observa en todas las capas de los paises llanos. Pero, en las inmediaciones de las montañas, desaparece generalmente la horizontalidad, y las capas de sedi-

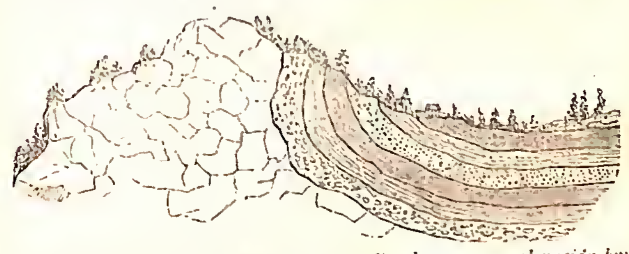


Fig. 20. *Capas de sedimento levantadas é inclinadas por una elevación brusca de rocas igneas (estratificación concordante).*

mento se inclinan, más ó menos, hasta tomar á veces una dirección vertical (*fig.* 20).

Un estudio atento de la constitución del globo ha demostrado que esta inclinación de las capas primitivamente horizontales ha sido la consecuencia del levantamiento

brusco de una masa más ó menos considerable de rocas ígneas, viniendo de la parte central de la tierra. Lo más frecuente ha sido que esta masa haya roto y atravesado las rocas de sedimento, para formar la arista culminante de una cadena de montañas, cuyas vertientes han quedado cubiertas por ambos lados por las capas así levantadas (*fig.* 21). Otras veces, la masa no ha sido empujada

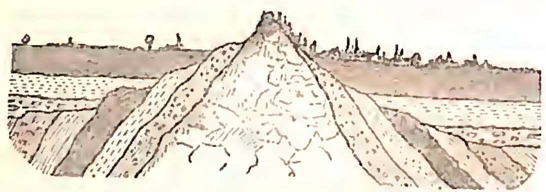


Fig. 21. *Capas de sedimento inclinadas y recubiertas por capas horizontales (estratificación discordante).*

hasta fuera, levantando y encorvando solamente las rocas estratificadas, como lo muestra la *figura* 22.

Cuando las capas de un terreno son paralelas unas á otras, cualquiera por otra parte que sea su posición, horizontal ó inclinada, se dice que están en *estratificación concor-*

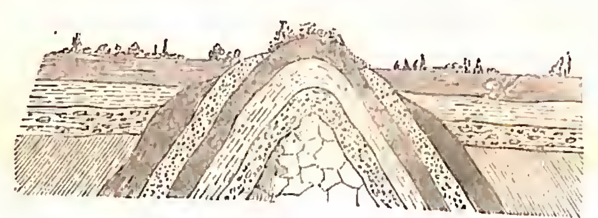


Fig. 22. *Capas de sedimento elevadas y encorvadas por un levantamiento brusco de rocas ígneas.*

dante (*fig.* 20). Pero puede suceder que las capas inclinadas estén cubiertas por capas horizontales ó inclinadas en otra dirección. En este caso se dice que son capas en *estratificación discordante* (*fig.* 21 y 22.) Observando la estratificación ó los diferentes modos de superposición de las capas del suelo, la naturaleza de las rocas que las componen, y los restos orgánicos que contienen, es como han conseguido los geólogos, según lo hemos dicho, determinar las

edades relativas de esas rocas, y establecer su clasificación cronológica.

36. Fallas. Llámanse *fallas* (*fig.* 23) las grandes hendeduras que resultan de la ruptura de muchas capas de rocas superpuestas, y en que una parte se ha resbalado junto á la otra, de suerte que resulta una diferencia de nivel entre las capas fracturadas.

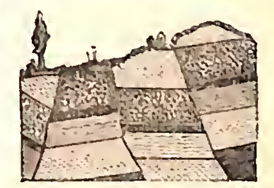


Fig. 23. *Fallas.*

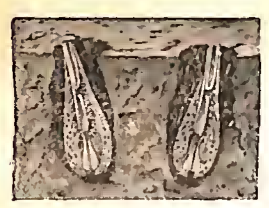
37. Influencia de los terrenos ígneos sobre los terrenos sedimentarios. Metamorfosis. — Bajo la influencia del intenso calor que se desprende de las materias ígneas, que en ciertas épocas, han sido solevantadas del seno de la tierra ó vomitadas por los volcanes, las diferentes rocas de sedimento han experimentado, por el contacto ó la vecindad de esas materias, cambios de textura y de composición á los que se da el nombre de metamorfosis. Así es cómo los primeros depósitos estratificados, los gneis y los micaesquitos, han adquirido una estructura cristalina, que los asemeja al granito sobre que reposan; así también calcáreos compactos ó terrosos se han vuelto mármoles; las arenas y asperones tienen apariencias de rocas porfídicas, y algunas arcillas esquistosas se han convertido en pizarras, etc. Estos fenómenos de metamorfosis se observan en gran número de localidades, principalmente en las serranías, en las cercanías de los volcanes, y dondequiera que la materia ignea ha estado en relación con las capas neptúnicas.

Fósiles

38. División de los fósiles. — Se designa con el nombre de *fósiles* á los diversos restos de cuerpos organizados, animales y vegetales, que se encuentran en las capas minerales de la corteza terrestre. Unas veces son huellas de plantas ó animales desaparecidos, otras son fragmentos orgánicos (conchas, huesos, troncos de árboles, etc.) conservados intactos, ó más ó menos petrificados. Después de lo que hemos dicho sobre el modo de formación de las diferentes rocas, es fácil prever que los fósiles

no pueden encontrarse más que en las rocas neptúnicas ó de sedimento. El estado primitivo de las rocas ígneas plutónicas, fluidificadas por el fuego y enfriadas lentamente, era incompatible con las manifestaciones de la vida. Así es que jamás se ha observado en las rocas de esta especie ningún rastro de cuerpos organizados; recibiendo por esto el nombre de *azoicas* (de ἀ partícula privativa, y ζῶον animal).

Los fósiles se dividen naturalmente en *fósiles de agua dulce ó terrestres* y *fósiles marinos*. La presencia de los primeros (conchas de limneas, rastros vegetales) indica que el terreno de sedimento se ha formado por depósito en agua dulce, según ocurre con la piedra molar y la arcilla; la presencia de los segundos (costras de erizos, conchas de ceritas y de otros moluscos marinos) es señal de que el terreno de sedimento se ha ido constituyendo lentamente en el seno de las aguas, como la creta, el calcáreo grosero, etc.


Fig. 24. *Foladas.*

Sobre bancos de rocas veuse á veces agujeros que han sido abiertos por moluscos perforadores, como las *foladas* (*fig.* 24), que viven en las orillas del mar; esto nos sirve de indicio cierto para creer que dicha roca, en un momento dado, estaba en la ribera del mar . de esta manera noses dado fijar en ciertas regiones los límites de los antiguos océanos, y estudiar cambios de lugar.

Resumen

I. Los fenómenos geológicos antiguos no difieren de los fenómenos geologicos actuales sino por ser de una intensidad mucho mayor.

II. Las rocas se dividen en *igneas* ó *no estratificadas*, y en rocas *sedimentarias* ó *estratificadas*.

III. Las *rocas ígneas ó no estratificadas*, que se llaman también *rocas plutónicas*, son masas irregulares, sin simetría, de estructura cristalina. Están, en general, compuestas de materias silíceas, que parecen haber sido fluidificadas por el calor y haberse enfriado después lentamente.

IV. Las *rocas sedimentarias* ó *estratificadas*, que se llaman también *rocas neptúnicas*, están dispuestas por capas generalmente horizontales y paralelas, resultado de depósitos que se han formado poco á poco en el fondo de los mares, de los lagos y de los rios.

V. Las principales rocas igneas ó plutónicas son los *granitos*, los *pórfidos*, los *basaltos* y las *lavas*. Las rocas de sedimento ó neptúnicas más comunes son las *calizas*, los *asperones*, las *arenas*, y las *arcillas*.

VI. Se designa con el nombre de *fósiles* á los diversos restos de cuerpos organizados, plantas y animales que se encuentran en las rocas de sedimento. En las igneas no los hay, y asi se llaman *azoicas*.

VII. Se les divide en *fósiles de agua dulce* ó *terrestres* (conchas de limneas, rastros vegetales) y en *fósiles marinos* (conchas de ceritas, costras de erizos, etc.). Los agujeros de las *foladas* indican la situación de las antiguas playas.

CAPÍTULO V

División geológica del suelo. — Terreno primitivo : principales rocas; repartición de los principales macizos. — Tiempos primarios. — Principales formas animales : articulados (trilóbitos), moluscos, braquiópodos primeros vertebrados.— Aluviones vegelales: origen de la hulla; insectos de la hulla ó carbón. — Repartición de los mares y de los continentes; principales cuencas carboniferas. — Principales rocas.

División geológica del suelo.

39. Tiempos geológicos. — El *suelo primitivo*, cristalizado y azoico (V. p. 537), cuyo espesor es de muchas decenas de kilómetros, envuelve por todas partes el núcleo central en fusión del globo terrestre : sirve de base á todas las demás rocas.

Los terrenos sedimentarios que cubren el suelo primitivo se han formado y depositado lentamente, durante cuatro épocas sucesivas, contando cada una de estas una larga serie de siglos, y caracterizadas por fósiles que les son peculiares, cual indicios ciertos de especies animales que han vivido durante esas épocas, para desaparecer con ellas.

Estas cuatro épocas, á las que llamaremos *tiempos*, para mejor caracterizar su larga duración, y á fin de evitar toda equivocación y duda, son :

Los **Tiempos primarios** (Trilóbitos);
Los **Tiempos secundarios** (Ammonitos, belemnitos, reptiles);
Los **Tiempos terciarios** (Ceritas, mamíferos);
Los **Tiempos cuaternarios** (Hombre)

Suelo primitivo.

40. Formación del suelo primitivo. — La tierra, como lo hemos visto, ha debido encontrarse primitivamente en un estado de fusión incandescente. Su atmósfera, mucho más extendida que hoy, contenia en estado de vapores la masa de las aguas que forman los Océanos, y una multitud de otras sustancias hoy en capas bajo el suelo. Poco á poco se fué enfriando; formóse y consolidóse una primera capa de rocas cristalinas, envolviendo por todas partes la masa central. El suelo primitivo existe por tanto en el mundo entero. Sobre esta capa primitiva, se han precipitado en seguida las aguas, que han dejado posarse poco á poco todos los terrenos de sedimento

Presentándose el granito en enormes masas, sin huella de estratificación; no conteniendo nunca en su espesor ninguna roca de otra naturaleza; y teniendo el aspecto de una masa compacta primitivamente en fusión, después enfriada y cristalizada de golpe, debe ser considerado como la más antigua de las rocas.

Después y consecutivamente á esta solidificación del granito, observamos rocas granitóideas cristalizadas, pero de aspecto cada vez más esquistoso, es decir, apizarrado, á medida que nos alejamos del granito puro.

Las rocas *cristalofilinas*, gneis y micaesquistos, que están sobre el granito y cambian de posición á cada instante en virtud del encogimiento que produce el enfriamiento en la corteza primitiva, así como por las incesantes erupciones volcánicas, presentan innumerables fracturas, cruzamientos y superficies torcidas por la acción del calor.

Este conjunto de rocas cristalizadas, compactas y esquistosas forma el suelo primitivo azoico.

41. Repartición de los mares y de los continentes. — Esta corteza granítica primitiva no era perfectamente regular. Presentaba en regiones relativamente poco extensas, eminencias y ondulaciones, que desde un principio sobresalían ya en medio de los océanos que entonces cubrían casi toda la superficie del globo, y así no se han visto cubiertas por sedimentos marinos y han formado, por decirlo así, como el núcleo ó esqueleto de los continentes futuros.



Fig. 25. — *Suelo primitivo de Francia.* (*El mar cubría toda la parte blanca*)

En Francia (*fig.* 25) el suelo primitivo forma la meseta central, que comprende la Auvernia, el Lemosín, las Cevennes, y más al norte los montes del Morván. En Bretaña se extiende formando dos grandes fajas que tienen su

origen en las costas del Finistère, y se dirigen : la más septentrional á través de los departamentos de Costas del Norte, Ille-et-Vilaine, Mayenne, Orne, hasta Alençon; la más meridional atraviesa los de Morbihán, la Loira-Inferior, la Vandea, y la Dos-Sèvres donde termina. Al este, en los Vosgos, el terreno primitivo constituye la sierra de los Ballons; al sur los macizos del Esterel, en Provenza, y algunas partes de los Pirineos y de la Cadena de los Alpes.

Tiempos primarios.

42. **División de los tiempos primarios.** — El suelo primitivo está ya consolidado, y casi en todas partes es submarino. Los depósitos sedimentarios van ahora á acumularse durante muchas series de siglos, constituyendo, sobre espesores considerables, las rocas primarias.

Para determinar la edad relativa de los fósiles, los geólogos han dividido los tiempos primarios en tres periodos, cada uno con su fauna caracteristica :

Período silúrico (Trilóbitos, cefalópodos);
Período devoniano (Braquiópodos);
Período carbonífero (Arácnidos, insectos, peces, batracios).

43. **Límite.** — Es dificil fijar el limite preciso entre el suelo primitivo y los terrenos primarios más antiguos, porque, por una parte, se encuentran mármoles incrustados en el gneis, y por otra, es probable que los primeros depósitos de sedimento han adquirido su apariencia cristalina á consecuencia del metamorfosismo debido á la temperatura elevada del suelo.

Sea lo que fuere, lo que caracteriza los terrenos primarios es la aparición de los fósiles. Estos restos, al principio muy raros en las capas silúricas más profundas, son cada vez más abundantes y variados, á medida que el suelo se eleva.

Periodos silúrico y devoniano.

44. **Articulados : Trilóbitos.** — Los *trilóbitos*, clasificados entre los crustáceos, hicieron su aparición desde los primeros tiempos de la época primaria silúrica, abundaron

durante el periodo devoniano, hasta ser raros y desaparecer con el periodo carbonífero. Los fósiles tienen, pues, en Geologia una importancia considerable, pues su simple presencia basta para afirmar que un terreno pertenece á los tiempos primarios.

Estos animales, que por lo regular son del tamaño de un cangrejo de rio, estaban cubiertos de un carapacho compuesto de numerosas articulaciones. El cuerpo estaba dividido en tres partes: la cabeza, el tórax y el abdomen, y cada una de estas partes á su vez se subdividia en tres por medio de dos surcos longitudinales, y de aqui les viene el nombre de trilóbitos. La cabeza y el tórax unidos formaban un céfalo-tórax protegido por una sola pieza, mientras que el abdomen (*pygidium*) lo estaba por numerosos anillos. El lobo medio del céfalo-tórax tiene el nombre de *glabela* y las partes laterales el de *mejillas*. En las especies devonianas, que se aproximan al terreno carbonífero, se distinguen ojos con facetas, analógos á los de los crustáceos, entre las mejillas y la glabela. Cada anillo abdominal lleva por debajo un par de patas compuestas de numerosos articulos, asi como branquias filiformes enroscadas en forma de espiral. La mayor parte de los trilóbitos podian arrollarse sobre si mismos á modo de cucarachas, y este era su medio de defensa contra los cefalópodos.

Los trilóbitos se hallan representados en la época actual por los *Limulos ó cangrejos de mar de las Molucas*, en el Océano índico (*fig.* 26). La Paleontologia acepta, que las primeras formas del desarrollo de un animal corresponden á especies anteriores más simples, y que hoy han desaparecido. Ahora bien, cuando la límula acaba de salir del huevo, tiene absolutamente, durante el primer periodo de su existencia, toda la apariencia de un trilóbito.



Fig. 26. *Limulo ó cangrejo de las Molucas, visto por debajo.*



Fig. 27. *Paradóxido.*

Las especies más abundantes de trilóbitos eran: los *Paradóxidos* (*fig.* 27), cuyos carrillos terminaban en dos largas puntas retrógradas, con los anillos del abdomen prolongados lateralmente en forma

de espinas llamadas *pleuras*, largas y resistentes sobre todo las del último anillo; los *Trinúcleos* (*fig.* 28), de amplio céfalo-tórax, donde se distinguen claramente tres núcleos que les han merecido este nombre, y cuyo abdomen es rudimentario; los *Calimenos* (*fig.* 29 y 30) con frecuencia enroscados, con ojos perceptibles y un abdomen más largo que el céfalo-tórax.

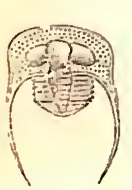


Fig. 28. *Trinúcleo*



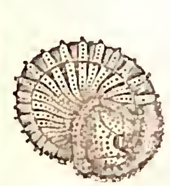


Fig. 29. Fig. 30. *Calimeno derecho y enroscado.*

Al lado de los trilóbitos se han encontrado en los terrenos primarios, principalmente en el silurio superior y en el devoniano otros crustáceos, algunos bastante grandes, como el *Pterygotus* (*fig.* 31) que pueden tener hasta dos metros de largo, y llevan en torno de la boca patas articuladas.

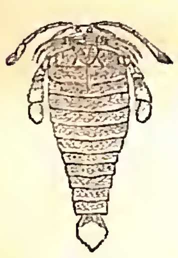
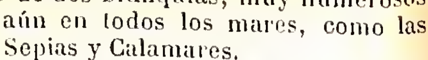


Fig. 31. *Pterygotus.*

43. **Moluscos: Cefalópodos.** — Como los trilóbitos, los moluscos cefalópodos pululan desde los principios del mundo viviente. Divídense en *Cefalópodos tetrabranquiales*, ó de cuatro branquias, de los que queda hoy un solo tipo que es el Nautilo; y en *Cefalópodos dibranquiales*, ó de dos branquias, muy numerosos



aún en todos los mares, como las Sepias y Calamares.

Los Nautilos (*fig.* 32), únicos sobrevivientes de los moluscos tetrabranquiales, cuyas especies eran muy numerosas en los tiempos primarios, tienen el cuerpo protegido por una hermosa concha de forma espiral, que puede llegar á tener el volumen de una naranja y á veces mayor, y dividida en celdillas aéreas por medio de laminillas circulares por lo regular, cuyo centro es atravesado por un tubo llamado sifón, el que termina en el fondo de la pri-

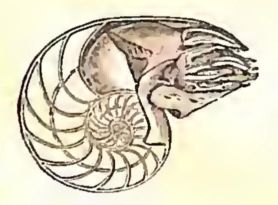


Fig. 32. *Nautilo.*

mera y menor de las celdillas, contra la pared misma de la concha. La celdilla ó cavidad extrema se dilata y forma una gran abertura que contenia el animal, que estaba en comunicación con su concha por medio de un filamento carnoso que recorría el sifón. Los nautilos actuales viven en el Océano índico.

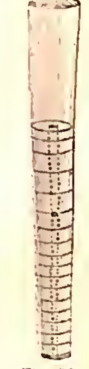


Fig. 33. *Ortócero.*

Al lado de los nautilos, que cuentan al menos trescientas especies fósiles, podemos citar los *Ortóceros* (*fig.* 33), de concha derecha, que presentan exactamente la misma disposición que la del nautilo, algunas de cuyas especies solían tener un metro de largo; y los *Giróceros* (*fig.* 34) de concha simplemente enroscada ó en espirales sin que las vueltas se toquen. Si los moluscos cefalópodos tetrabranquiales comienzan á disminuir á mediados de los tiempos primarios, los cefalópodos dibranquiales pululan entonces por lo contrario. Citaremos, por vía de ejemplo, las *Goniatitas* (*fig.* 35), que abundan mucho durante los períodos devoniano y carbonífero.



Fig. 34. *Girócero.*

Cuando examinamos una goniatita, notamos dos diferencias principales respecto al nautilo: el sifón no es ya central, sino que se extiende á lo largo de la parte externa de la concha, y termina en una ligera hinchazón de la celdilla intermedia, sin internarse directamente en el fondo de la pared de ésta: las líneas que indican en la concha las suturas de las celdillas son sinuosas en vez de ser simplemente circulares.



Fig. 35. *Goniatita.*

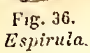


Fig. 36. *Espírula.*

Esta conformación de la concha es característica en los moluscos dibranquiales; vuelve á observarse en un ejemplar que aún vive de esta especie, que es la *Espírula* (*fig.* 36), pequeño molusco cefalópodo de cuatro ó cinco centímetros de largo con dos branquias situadas bajo el abdomen, cuya capa cubre por completo la concha. Esta conformación hace que nos preguntemos, si acaso la concha de las goniatitas y de las

ammonitas de los tiempos secundarios estaría desnuda ó cubierta por la capa del animal.

La incrustación sinuosa de las celdillas en la concha veremos que se irá complicando cada vez más en las variedades de goniatitas y amonitas de los tiempos secundarios, cuando las sinuosidades llegarán á su mayor irregularidad en las ammonitas.

46. Braquiópodos. — Estos animales, que abundaban mucho en los tiempos primarios, no figuran ya en las profundidades de los mares, sino reducidos á muy raras especies. Compónense, de un modo general, de dos conchas, una superior dorsal y la otra inferior ventral, con un orificio en su charnela para que por él pase el pedúnculo con que el animal se aferra á las peñas. En cambio, en los moluscos acéfalos, las valvas están situadas una á la izquierda y la otra á la derecha del cuerpo del animal, de suerte que la almeja, por ejemplo, se halla echada de lado. Tienen músculos especiales para abrir y cerrar la concha, lo que no existe en los moluscos, donde no los hay sino para cerrarla. Finalmente, en la cabeza tienen dos largos brazos carnosos y cirrosos, envueltos en espiral, y que el animal puede proteger fuera de su concha.

Las más numerosas especies de braquiópodos fósiles en los terrenos primarios, son los *Espiríferos* (*fig.* 37), muy abundantes durante el período devoniano. En el interior de sus conchas se ven dos espiras fijas que se tocan por el medio, y destinadas á sostener los brazos y branquias del animal.



Fig 37. *Espirífero*

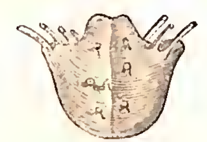


Fig. 38. *Productus.*

Los *Productus* (*fig.* 38) tenian la valva inferior abovedada y la superior en forma de opérculo de gran espesor. Estas dos valvas que encajan una en otra, están perforadas por tubillos por los que pasaban las prolongaciones filiformes del animal.

Entre los braquiópodos aún vivientes podemos citar la *Lingula* de los mares tropicales de la India y de América, cuyas dos conchas se sostienen mutuamente, sin necesidad de charnela que las una.

47. **Arácnidos; Insectos.** — Hacia la parte media correspondiente á los tiempos primarios, en el silurio superior y en el devoniano, se han descubierto restos fósiles bien conservados de un escorpión (*fig.* 39) é improntas de alas de insectos del género de las cucarachas.

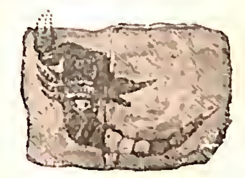


Fig. 39. — *Escorpión fósil, hallado en el silurio superior.*

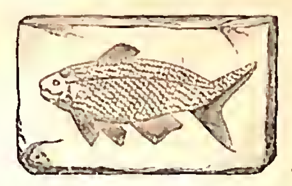


Fig. 40. — *Impronta de pez.*

48. **Primeros vertebrados : Peces.** — Los *peces* (*fig.* 40), que son los primeros vertebrados criados, hacen su aparición durante el periodo medio de los tiempos primarios. Las más antiguas especies fósiles pertenecen al orden de los selacios y sobre todo al de los ganóideos, cuyos más numerosos representantes son en el dia la raya y el esturión. Llevaban sobre la piel piezas óseas, parecidas á fragmentos del carapacho de los crustáceos, y tenían cola *heterocerca*, es decir, compuesta de partes desiguales, así como se observa en el *Paleoniscus* (*fig.* 41), antecesor del

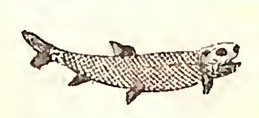


Fig 41. — *Paleoniscus.*

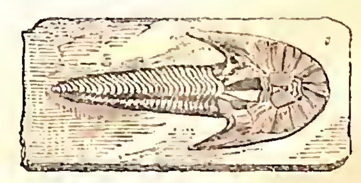


Fig. 42. — *Cefalaspis.*

esturión. Algunas especies de forma extraña como el *Pterichthys cornutus*, y principalmente el *Cefalaspis* (*fig.* 42) con su cabeza enorme, que se prolonga en forma de dos puntas retrógradas, comparable á la de los trilóbilos para-

dóxidos, tienen todas las apariencias de los seres de transición.

Observación general acerca de las faunas siluria y devoniana. — Los principales fósiles que acabamos de citar, que son característicos de los periodos silurio y devoniano, no son los únicos representantes de esta primera aparición de la vida sobre nuestro planeta. Estos tienen ya una organización demasiado complicada, para que no hayan sido precedidos por seres mucho más simples, que sean como mera aglomeración de protoplasma ó materia viviente (véase p. 3), cuyos restos no han llegado hasta nosotros. Entre los más antiguos fósiles marinos ó improntas, conocidos, citaremos: los cilindros rectos, ó curvos en forma de U, que elaboran los *Annélidos Arenicolas*; los poliperos (*Grafolitos*) compuestos de una vara pétrea, recta ó enroscada en forma de espiral, que tiene en uno solo de sus lados una fila de celdillas que se tocan, dentro de las que vivian los animalillos; finalmente, las *Encrinas* (*fig.* 43), especie de estrellas de mar invertidas, fijas en el suelo mediante un tallo más ó menos largo, rectilíneo y flexible etc. etc.

Fig. 43. *Encrina.*

Período carbonífero.

49. Batracios; Reptiles. — Durante el periodo devoniano, el suelo se ha elevado ya desde hace muchos siglos. La tierra en muchas regiones parece como un vasto archipiélago. Por todas partes se ven islas y continentes más ó menos vastos, y sobre éstos, pantanos, lagos y rios, así como una vegetación abundante, compuesta especialmente de criptógamas gigantescas, que hoy han desaparecido ó quedado atrofiadas y reducidas á formas mucho más pequeñas. En aquella época remota el calor era tropical por todas partes y la atmósfera estaba saturada de ácido carbónico, destinado á ser absorbido lentamente por esta vegetación lujuriante, á fin de que el aire fuese más respirable y adecuado á la vida.

Aparte de los animales precedentes: espiriferos, pro-

ductus, goniatitos y peces, que abundan durante el periodo carbonífero ó hullero, las orillas del mar, los pantanos, y lagos comienzan á poblarse de batracios y de reptiles. Podemos citar entre los batracios más antiguos ciertas variedades de Ranas y Salamandras, que tienen hasta dos metros de largo, cuyos fósiles se han descubierto en las hulleras; y los *Labirintodontes*, que son grandes lagartijas ó lagartos, que deben su nombre á los repliegues que formaba el esmalte sobre el marfil de sus dientes. Sus primeros ejemplares del periodo carbonífero son de tamaño pequeño, pero llegarán á tener hasta cuatro metros durante los tiempos secundarios. Los demás lagartos son los *Arquegosauros* y los *Actinodontes*, todos seres de transición entre los batracios y los reptiles propiamente dichos, que pertenecen á la siguiente época geológica.

30. Arácnidos; Insectos. — Los primeros vestigios de la vida aérea comienzan á revelarse, como hemos visto, antes de la época carbónifera. Durante esta época fué cuando estos seres adquirieron su mayor desarrollo. Los fósiles y las improntas ó huellas de escorpiones, de miriápodos, de cucarachas, de langostas y libélulas prueban que estos arácnidos é insectos eran de mucho mayor tamaño que el de las especies correspondientes de nuestros tiempos.

Pero *en las rocas de los tiempos primarios no se han encontrado nunca fósiles de pájaros ó de mamíferos.*

Flora de los tiempos primarios.

31. La primera vegetación del globo. — La primera vegetación del globo se componía de criptógamas y de coníferas. No se halla entonces rastro alguno de vegetales angiospermos de flores completas, con sus óvulos contenidos en un ovario cerrado. Pero estas plantas, gracias á la suma humedad producida por lluvias torrenciales y nieblas continuas y debidas á la condensación de la atmósfera; gracias á la elevada temperatura que reinaba entonces en todo el globo, así como á la abundancia del ácido carbónico atmosférico, tenían dimensiones gigantescas, que están lejos de tener en nuestros dias.

Las principales especies de criptógamas que se hallan

en estado fósil, sobre todo en la periferia de los depósitos carboníferos son *Licopodiáceas*, análogas á los licópodos actuales, pero de tamaño enorme; *Lepidodendros* y *Sigilarias*, que pueden llegar hasta treinta y cuarenta metros de alto. La superficie del tallo de los lepidodendros es notable por las improntas en figura de rombos regulares que dejaban después de su caída, al adherirse al tallo (*fig.* 44). Lo mismo ocurre en las sigilarias (*fig.* 45), en que las improntas de hojas, situadas regularmente, presentan la forma de un sello (de *sigillum*, sello).

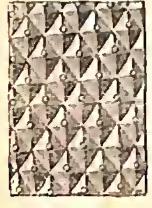


Fig. 44. *Lepidodendro.*



Fig. 45. *Sigilaria.*



Fig. 46. *Calamita.*

Las equisetáceas, criptógamas representadas en nuestros días por las aspérillas, son principalmente, en estado fósil, las *Calamitas* (*fig.* 46), cuyo tallo, que está interceptado por nudos y es acanalado, podía tener hasta unos diez centímetros de grueso. Algunos de estos troncos, que se hallan casi intactos en las minas, se han transformado completamente en materias silíceas. Finalmente se hallan en el te-



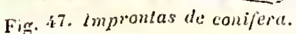


Fig. 47. *Improntas de conífera.*



Fig. 48. *Improntas de helecho.*

rreno carbonífero improntas de *Coníferas* (*fig.* 47), de *Helechos* (*fig.* 48) y de *Cicádeas.*

32. **Aluviones vegetales; origen de la hulla ó carbón de piedra.**— Atribúyense dos orígenes diferentes á la *Hulla.* Según unos se ha formado en virtud del amontonamiento

en un lugar dado, en la serie de los siglos, de vegetales que han crecido unos sobre otros, en una región propicia á su desarrollo, siguiendo un modo de formación análogo al de la turba contemporánea, y demostrado por la presencia de troncos fósiles verticales en ciertas hulleras ó minas de carbón. Según otra opinión, que es la más acreditada, los vegetales han sido arrastrados desde su origen por los torrentes y los inmensos rios de aquel periodo acuático, habiéndose así acumulado en los grandes barrancos, donde lentamente se han carbonizado.

Los depósitos carboníferos reposan sobre una capa calcárea negruzca, y están cubiertos por esquistos bituminosos, y con frecuencia mezclados á minerales de hierro y asperones. Los fósiles animales y vegetales de la hulla se encuentran principalmente en los terrenos calcáreos, los esquistos y los asperones.

La *Antracita*, carbón sumamente duro, y poco combustible, que se considera como la hulla primitiva, presenta un principio de cristalización, debido al gran calor que desarrollaban las grandes erupciones de la maza ignea central tan frecuentes en ese periodo.

Distribución de los mares y de los continentes. — Principales depósitos carboníferos.

33. **La Francia al finalizar los tiempos primarios.** — Los terrenos primarios, que de los mares han ido á aglomerarse lentamente en el suelo primitivo, han sobresalido primero en las localidades en que este mismo suelo se hallaba á corta distancia de la superficie de las aguas.

Las dos fajas de terreno primitivo en Bretaña han determinado la formación de las tres cuencas del Finistère, del Cotentin y de Rennes, en las que se han elevado los terrenos primarios hasta la emersión. Las rocas de este terreno que más se utilizan son : el asperón armoricano para empedrar los caminos, y las pizarras de Angers. La Armórica formaba en aquella época una isla, separada de la Meseta central por el estrecho del Poitou (*fig.* 49). Los terrenos primarios llegan casi á la superficie del suelo en las Ardenas y forman en Bélgica, el Luxemburgo y Baviera un macizo considerable, llamado *Macizo Renano*. Véase también estos terrenos en algunos puntos que rodean la Meseta

central, como en el Lionés, en Saint-Etienne, y más al sur en Alais y Carmaux.



Terreno primitivo.

Terrenos primarios.

Criaderos de hulla.

Fig. 49. *Mapa de los terrenos primarios ; cuencas de los principales depósitos de hulla. (El mar cubría toda la parte blanca.)*

54. Principales depósitos carboníferos. — Los principales depósitos carboníferos se hallan en Francia en los departamentos del Norte y del paso-de-Calais, así como al sur de Bélgica, en el borde y en la parte occidental del Macizo renano, en la cuenca del Sarre en Alsacia, y en Baviera. Los terrenos carboníferos son también frecuentes en los alrededores de la Meseta central, en Autun, el

Creusot y Blanzy; en Rive-de-Gier, en Saint-Etienne y Commentry, y más al sur en Decazeville, Alais y Carmaux.

Erupciones de los tiempos primarios. Rocas principales.

55. **Erupciones de los tiempos primarios.** — Los terrenos primarios presentan numerosas capas eruptivas de granitos y pórfidos, arrojadas por la masa central á través del espesor de aquellos, en virtud de las frecuentes erupciones volcánicas que sacudieron y modificaron el suelo en muchas regiones durante este período geológico. En estos terrenos no sólo se encuentran filones de rocas, sino también preciosos filones metálicos, de los que se saca estaño, cobre, plomo, plata, etc., así como minerales de hierro, que confinan con las regiones carboníferas.

56. **Rocas principales.** — Los terrenos primarios, tienen por lo regular, aspecto esquistoso, y presentan en muchos puntos fracturas, fallas y pliegues, debidos al incesante movimiento de la corteza terrestre. El carácter común de de estas rocas es el de ser muy duras y compactas, á causa de las enormes presiones que han soportado.

Las rocas más importantes, partiendo de la profundidad hacia la superficie de los terrenos primarios, son:

Los esquistos arcillosos ó sea las pizarras, que se explotan en las cercanías de Angers y en las Ardenas;

Los mármoles de color ó calcáreos cristalinos;

Los asperones cuarzosos y las cuarcitas;

El asperón rojo antiguo;

La antracita, carbón fósil muy duro, cuyo depósito ha precedido al período carbonífero;

Los esquistos bituminosos, el calcáreo carbonífero negro, los asperones y arcillas esquistosos, que contienen las aglomeraciones de hulla del terreno carbonífero;

El asperón rojo moderno, posterior al terreno hullero.

Resumen.

1. El SUELO PRIMITIVO Ó TERRENO ÍGNEO ANTIGUO, sobre el que descansan los terrenos sedimentarios, está formado esencialmente de *granito*, sobre el cual se extienden en forma de capas más ó menos hojosas (*esquistosas*) los *gneis* y los *micaesquistos*.

El espesor de este suelo es considerable, y tiene decenas de kilómetros de profundidad.

II. El suelo primitivo, que abunda en el norte de Europa, forma en Francia dos macizos principales, que en parte constituyen el suelo bretón y la meseta central (Auvernia, Lemosín y Cevennes). Se encuentra también en los Vosgos, los Pirineos y los Alpes.

III. Tiempos primarios. — Las rocas principales, duras y compactas, que componen los terrenos primarios son : los esquistos arcillosos, cuyo mejor tipo son las pizarras ; los mármoles de color de los Pirineos, que se explotam en grande escala ; los asperones armoricanos ; el asperón rojo antiguo y reciente, y el terreno hullero con sus esquistos bituminosos.

IV. Principales fósiles silurios y devonianos, anteriores al período hullero ó carbonífero :

Articulados : trilóbitos (característicos de la época primaria; que aparecen y desaparecen con ella).

Moluscos : Nautilos, ortóceros, goniatitas.

Braquiópodos : Esperíferos, productus, língulas.

Primeros vertebrados : Peces del orden de los ganoides y de los selacios

V. Principales fósiles del período carbonífero. — Los mismos anteriores, diminución de los trilóbitos y abundancia de los productus y de los peces.

Batracios, reptiles : Labirintodontes, arquegosaurios y actinodontes.

Arácnidos, insectos : Escorpiones, miriápodos, cucarachas, langostas y libélulas.

VI. No se ha hallado señal alguna de ave ni de mamífero en las rocas primarias.

VII. Flora de los tiempos primarios (época carbonífera). — Gran abundancia de criptógamas y de coníferas gimnoespermas ; ausencia de plantas con flores bastante desarrolladas (fanerógamas angioespermas).

Criptógamas : Licópodos, lepidodendros, sigilarias y calamitas.

Coníferas y cicádeas

VIII La hulla ó carbón tiene su origen principal en los aluviones vegetales.

IX. Los terrenos primarios completan el macizo armoricano y forman al este de Francia el macizo renano. Los principales

yacimientos hulleros de Francia están en los departamentos del Paso de Calais y del Norte; en el borde occidental del macizo renano, en la cuenca del Sarre, en Alsacia y en Baviera; en los contornos de la Meseta central de Francia: Creuzot, Blanzy, Saint-Etienne, Alais, Carmaux, Commentry, etc.

CAPÍTULO VI.

Tiempos secundarios. — Ammonitas y Belemnitas. — Extensión de los reptiles, primeras aves y mamíferos. — Aparición de las plantas con flores. — Distribución de las tierras y de los mares. — Extensión de los arrecifes y corales. — Rocas principales

División de los tiempos secundarios.

57. Los geólogos han dividido los tiempos secundarios, según la naturaleza de sus rocas y de los fósiles que contienen, en tres períodos, á saber, por orden de antigüedad:

El **Período Triásico** (Ceratitas, batracios);
El **Período Jurásico** (Ammonitas, belemnitas, reptiles);
El **Período Cretáceo** (Erizos de mar, escafitas, aves, mamíferos.

Ammonitas, Belemnitas.

58. **Ammonitas.** — Las *Ammonitas* (*fig.* 50) son moluscos tan característicos de los tiempos secundarios, así como los Trilóbitos lo eran de los tiempos primarios, con los cuales han desaparecido.


Fig. 50. *Ammonita.*

Estos moluscos cefalópodos dibranquios, tenían una concha enroscada, en forma de espiral, cuyo diámentro variaba entre tres y veinte ó más centímetros, con multitud de grietas intermedias. La concha de la ammonita está dividida en gran número de celdillas, que van en aumento desde el centro de la espiral hasta la abertura; pero si la línea de inserción de las secciones es por lo regular circular en los nautilos y sinuosa en las goniatitas, llega á ser

tan irregular en las ammonitas, hasta merecer el nombre de *emperejilada*, por su parecimiento á los bordes de la hoja del perejil.

Partiendo de las goniatitas para llegar á las verdaderas

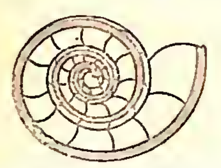


Fig. 51. *Sección de la concha de una ammonita.*



Fig. 52, *Línea de inserción emperejilada de las divisiones sobre la concha de la ammonita.*

ammonitas, encontramos gran número de variedades de moluscos dibranquios con conchas marcadas en el punto de inserción de sus celdillas, con líneas más y más sinuosas, como por ejemplo las *Ceratitas* (*fig.* 53), que abundan mucho durante el periodo triásico, precediendo á las verdaderas ammonitas, que son principalmente jurásicas. Aquí se nos presenta un caso tangible de modificación y transformación lenta de especies, que llega hasta crear especies nuevas.



Fig. 53. *Ceratita.*

Si examinamos atentamente la sección transversal de una concha de ammonita, veremos que las líneas de inserción de las primeras divisiones centrales, durante el periodo de evolución del animal, eran casi regulares; que poco á poco se vuelven sinuosas, y que esta irregularidad va en aumento, á medida que nos acercamos á la mayor y última celdilla. Así pues, cuando el animal es aún incompleto, nos recuerda la conformación primitiva de su especie. En efecto, es un fenómeno peculiar de las especies sujetas á modificarse, el de reproducir durante las diversas fases de su desenvolvimiento las formas de sus variedades anteriores que han desaparecido, así como lo hemos visto ya en los trilóbitos y las límulas.

Finalmente, en las ammonitas, el sifón no es central, sino contiguo al borde externo de la concha, y va á terminar dilatado ligeramente en la más pequeña y primera de las celdillas.

La Espírula (*fig.* 36) puede ser considerada, como ya lo hemos visto (p. 543), como descendiente degenerado de las goniatitas y de las ammonitas.

Durante el periodo cretáceo, las ammonitas se deforman antes de desaparecer definitivamente con los tiempos secundarios; entonces es cuando se hallan ammonitas á



Fig. 54. *Escafita.*



Fig. 55. *Baculita.*

medio enroscar ó completamente derechas. (Escafitas y Baculitas (*fig.* 54 y 55).

59. Belemnitas. — Las *Belemnitas* fósiles se presentan bajo la forma de tallo óseo cilindro-cónico (*fig.* 56), lla-



Fig. 56. *Tabas de belemnita.*

mado *rostro*, y sus dimensiones varían entre las de un cigarro y un tubo de lámpara. En la extremidad del rostro opuesta á la punta hay una especie de cono llamado *fragmacono*, de paredes delgadas con divisiones y un sifón, como en los nautilos y las ammonitas. Este cono se prolonga sobre todo el animal, á modo de capa córnea y estriada, parecida á la que cubre el dorso de los calamares. Las improntas de belemnitas que se han descubierto, son tales, que ha sido dable con ellas reconstituir el animal vivo (*fig.* 57). Este molusco cefalópodo, algunas de cuyas especies median hasta dos metros de largo, tenía brazos guarnecidos de ventosas,

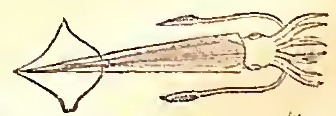


Fig. 57. *Belemnita restaurada.*

dos grandes ojos laterales, la taba completamente cubierta por los órganos blandos, y debia nadar con suma rapidez, como lo indica la aleta caudal. Abunda durante el período jurásico, es rara ya en el cretáceo, y donde por fin desaparece. En nuestros dias este molusco se halla representado por los calamares y las sepias, cuya bolsa de tinta tenia y se la ha encontrado en algunas improntas de esos fósiles.

60. **Otros moluscos secundarios.** — Indicaremos tan sólo los numerosisimos moluscos acéfalos, y entre ellos: la *Grifea arqueada* (*fig.* 58), ostra de dos valvas, una en forma de concha y la otra de opérculo ó tapa; las *Hipuritas* de valvas muy desiguales, con la inferior en forma de cuerno, que abundan en el cretáceo meridional.



Fig 58. *Grifea arqueada.*



Fig. 59. *Hipurita.*

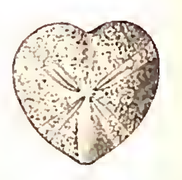


Fig. 60, *Micráster* (*Erizo*).

Zoófitos — Los principales son los *erizos de mar ó Micrásteros* (*fig.* 60). caracteristicos del terreno cretáceo.

Peces, crustáceos, arácnidos, insectos. — Los mismos que los de los tiempos primarios. El número de los peces de cola *homocerea*, ó dividida en dos partes, aumenta considerablemente.

Batracios. Reptiles.

61. **Batracios.** — Los *Batracios*, que visiblemente son seres intermedios entre los peces y los reptiles, cuya aparición se ha realizado durante el periodo carbonífero, van á adquirir su mayor grado de desarrollo durante los tiempos secundarios, con los cuales desaparecerán todas sus grandes especies.

Entre los más notables mencionaremos los *Labirintodontes*: al principio de tamaño relativamente pequeño en la época carbonifera, y más tarde cada vez más numerosos

durante el periodo triásico, en el que llegan á tener hasta cuatro metros de largo. Vuelven á disminuir en el terreno jurásico y desaparecen en el cretáceo. Tenían la cabeza protegida por placas de esmalte; sus miembros posteriores eran fuertes y robustos y los anteriores más pequeños. Sus dedos palmados, que han dejado algunas de sus improntas ó huellas (*fig.* 61) en las margas del trías, eran cinco en cada miembro; y finalmente, el esmalte de sus dientes, como ya lo hemos indicado, presentaba numerosas arrugas.

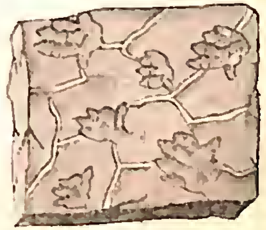


Fig. 61. *Improntas de labirintodonte.*

Otros batracios intermedios, también de gran tamaño, *Arquegosaurios* y los *Actinodontes* de la época carbonífera, presentan igualmente el máximum de su desarrollo en el trías.

62. **Reptiles.** — Los reptiles saurios jurásicos pueden dividirse en tres grandes clases, según que se adapten á la vida aérea ó á la vida terrestre.

Reptiles marinos. — Los reptiles marinos, todos carnívoros, tienen dos representantes principales: los *Ictiosaurios* y los *Plesiosaurios.*

Los esqueletos fósiles de *Ictiosaurios* (*fig.* 62), que se



Fig. 62. *Esquelo fósil de Ictiosaurio.* (*Largo: 8 metros.*)

descubren con frecuencia en el terreno jurásico, prueban que este lagarto, que podia tener hasta ocho metros de largo, estaba perfectamente organizado para la natación. Sus miembros delanteros, fuertes y cortos, terminaban en gran número de falanges reunidas en forma de nadaderas; sus miembros traseros eran más pequeños y también formaban nadaderas ó aletas. Un círculo de placas

huesosas rodeaba los ojos y los protegia. Detrás del cráneo había un gran hueco, que correspondia probablemente á un tercer ojo, del que aún quedan huellas en algunos de nuestros lagartos ó lagartijas.

El esqueleto del delfin, mamifero apropiado á la vida marina, presenta gran analogia con el ictiosaurio fósil : tiene la misma cabeza oblonga, el mismo número considerable de vértebras, cuello corto, dientes agudos y numerosos, y miembros perfectamente apropiados para la natación en ambas especies. He aqui un notable ejemplo de órganos adecuados á la vida acuática en dos seres muy distintos, el uno lagarto y el otro mamífero, y en los cuales el fenómeno de la adaptación del individuo al medio en que vive llega á producir formas similares.

Los *Plesiosaurios* (*fig.* 63), cuya talla es la mitad de los



Fig. 63. *Esqueleto fósil de Plesiosaurio* (*Largo : 4 metros*).

Ictiosaurios, no se diferencian de éstos sino por su cabeza diminuta, su largo cuello y sus miembros traseros del mismo largo que los delanteros.

Reptiles aéreos. — Los *Pterodáctilos* (*fig.* 64) eran lagartijas con alas, análogas á los murciélagos, del tamaño de un

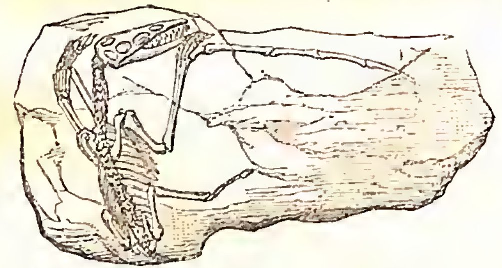


Fig. 64. *Esqueleto de Pterodáctilo* (*Tamaño de un pichón*).

gorrión ó de un pichón. Sus mandibulas, guarnecidas de dientes puntiagudos, se prolongaban en forma de pico, y

sus miembros terminaban en cinco dedos. En los miembros delanteros, el quinto dedo, sumamente prolongado, servía para sostener el velo membranoso que hacía veces de alas. En los murciélagos sucede al revés : el velo está sostenido por cuatro, quedando sólo libre el pulgar, que tiene una fuerte garra.

Reptiles terrestres. — Entre estas especies, que se revuelcan en el fondo de los pantanos, es donde vamos á encontrar los verdaderos monstruos de los tiempos secundarios



Fig. 65. *Dinosaurio restaurado* (*Largo : 20 metros*)

El *Dinosaurio* (*fig.* 65), gigante del mundo secundario, llega à tener hasta veinte metros de largo. Como vivia en las lagunas, caminando y nadando mal, no podia moverse sino con dificultad. Cambiaba lentamente de sitio, y se alimentaba de lo que pasaba á su alcance.

El *Estegosaurio* (*fig.* 66), lagarto herbivoro de unos doce metros de largo, tenia protegido el lomo por una enorme cresta.



Fig. 66. *Estegosaurio restaurado* (*Largo : 12 metros*).

Aunque mucho más raros en los terrenos cretáceos, hallánse aún en éstos restos de enormes reptiles : el *Iguanodonte* (*fig.* 67), por ejemplo, cocodrilo de



Fig. 67. *Esqueleto fósil de Iguanodonte* (*Largo : 8 metros*)

ocho metros de largo, con los miembros delanteros relativamente débiles y los traseros y la cola muy robustos, lo que le daba la apariencia erguida del canguro.

El cerebro de estos enormes saurios, no era sino mera dilatación de la médula espinal, y estaba muy poco desarrollado.

Primeras aves y mamíferos.



Fig. 68. *Arqueoptérix fósil* (*Tamaño de un pichón*).

63. Aves. — Las primeras *Aves*, cuyos fósiles se hallan principalmente á partir de las capas inferiores del terreno cretáceo, son seres marcadamente intermedios entre los reptiles y las aves propiamente dichas. La más antigua de éstas es el *Arqueoptérix* (*fig.* 68) que es como del tamaño de un pichón. Su cabeza, con mandíbulas muy largas guarnecidas de dientes, era un término medio entre la del pájaro y el lagarto; su larga cola de reptil estaba á ambos lados cubierta de plumas, así como el borde externo de sus antebrazos; sus patas terminaban en tres dedos con garras, parecidos á los de los pájaros. Se ha hallado también en el terreno cretáceo la osamenta de una zancuda, el *Hesperornis* (*fig.* 69), descubierto en América, también con mandíbulas cubiertas de dientes.



Fig. 69. *Hesperornis* (*Alto : 2 metros*).

64. Mamíferos. — Los primeros restos fósiles de *Mamíferos* que encontramos en el jurásico superior y en el cretáceo son los de marsupiales pequeños, del tamaño de una rata ó de una ardilla, con cierto parecido en sus miembros posteriores y su cola bien desarrollada, así como por el contrario sus miembros anteriores que son en cambio muy delgados, á la contiguración de los saurios secundarios y de las primeras aves. Los Marsupiales, que han degenerado hoy mucho, no existen ya sino en Australia y en algunas regiones de la América del Sur.

Flora de los tiempos secundarios.

65. Aparición de las plantas angiospermas. — Durante el periodo triásico, la flora no se diferencia casi de la del periodo hullero ó carbonífero; sin embargo se ve que las coníferas van siendo más y más numerosas que las criptógamas, y éstas van disminuyendo en número como en tamaño. Pero durante los periodos jurásico y sobre todo cretáceo, aparecen los vegetales angiospermos monocotiledóneos, como las palmeras, y dicotiledóneos apétalos, tales como las encinas, los sauces, etc., así como algunas otras plantas, aún poco numerosas, de flores completas.

66. Erupciones volcánicas. — Parece que las erupciones volcánicas fueron raras durante los tiempos secundarios, y que fueron principalmente porfídicas.

Distribución de las tierras y de los mares.

67. Topografía de los terrenos secundarios; rocas principales. — Hemos dejado la Francia al finalizar los tiempos primarios, como únicamente constituida por dos macizos importantes : el macizo armoricano y el macizo central. Más al este, en Alemania, hemos visto formarse el macizo renano, que se extiende en Alsacia hasta los Vosgos, y por el Luxemburgo y Bélgica. Estos tres macizos servían de límites á las tres cuencas : al norte la cuenca de París; al sur la cuenca de Aquitania ó pirenaica; y al este la cuenca del Ródano ó mediterránea. Estas tres cuencas comunicaban por medio de dos estrechos : el estrecho pictávico ó del Poitou y el estrecho Vósgico ó de los Vosgos.

Los depósitos sedimentarios de los tiempos secundarios van á llenar en parte estas cuencas y á suprimir poco á poco los estrechos por donde comunicaban. Tales son, comenzando por las capas más bajas, y dirigiéndonos de los Vosgos hacia París :

Los *asperones de los Vosgos*, de grano grueso y de color rojizo ;

Los *asperones abigarrados*, de grano más fino, de color rojizo, con mezcla de blanco, azul y verde ;

El *calcáreo conquíleo*, que tira á gris, compacto y lleno de conchitas fósiles;

Las *margas irisadas*, mezcla de capas calcáreas y arcillosas, que contienen depósitos de sal gema, que se extrae en la Lorena y el Jura.

Estos tres terrenos de asperones, calcáreo, conquíleo y margas irisadas, se han formado durante el período triásico, á lo que deben su nombre.

Superpuestas á las margas irisadas, se hallan situadas las espesas capas de un calcáreo algo gris ó amarillento, separadas por margas hojosas, que contienen conchitas en gran cantidad, y entre las que mencionaremos la *grífea*. El conjunto de estas diferentes capas es lo que constituye el *terreno liásico* ó de *Lías*, que se extiende por los bordes del macizo bretón y en torno del macizo central. He aquí la prueba de la existencia de un mar (mar *liásico*) que llenaba las tres cuencas de París, de Aquitania y del Ródano.

Al oeste de Nancy, en dirección á Toul, encontramos capas alternadas de calcáreo oolítico y de arcilla que forman el *sistema oolítico*. Este calcáreo es muy rico en restos de políperos coralíferos, lo que prueba que, por lo menos, durante la primera mitad de los tiempos secundarios, el mar parisiense estaba caliente. Estas aglomeraciones de corales, conglutinadas mediante una pasta calcárea dura, forman una variedad de mármol compacto, blanco ó amarillento, que la industria aprovecha. También se extrae del calcáreo oolítico la piedra litográfica.

Los depósitos liásicos ú oolíticos que se han formado durante el período jurásico son inmensos y cubren gran parte de Francia (*fig.* 70).

Finalmente, en la Champaña, después de las capas alternadas de calcáreo, arcilla y arena, llegamos al terreno

cretáceo, compuesto de creta formada por una mezcla de conchas de foraminíferos (*fig.* 157) *Zoología*) y de calcáreo amorfo. Esta creta, que pasa por debajo del suelo parisiense

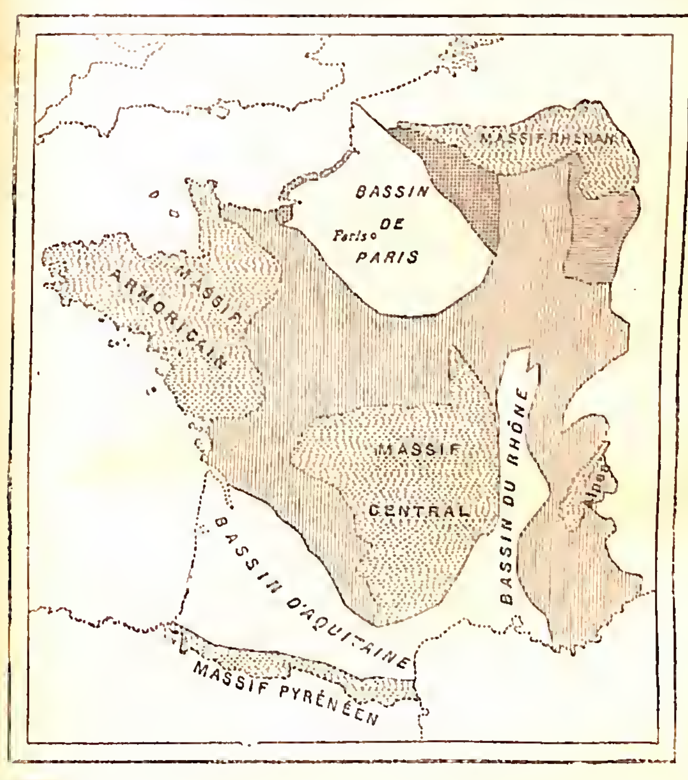


Fig. 70. *Mapa de los terrenos secundarios.* (*El mar ocupaba la parte blanca.*)

vuelve á aparecer y forma las costas acantiladas de Normandía, del Havre al Treport, conteniendo en su espesor muchos depósitos de riñones de sílice negruzca. En los departamentos del Paso de Calais y del Somme, el terreno

cretáceo encierra aglomeraciones globulares de fosfato de cal, que sirven como abono.

El terreno cretáceo del mediodia de Francia, es decir, de las cuencas de Aquitania y del Ródano, difiere notablemente del cretáceo parisiense. Es una creta amarillenta, que no deja huella blanca, y que contiene multitud de *hipuritas*. Estas diferencias entre los terrenos cretáceos, nos prueba que las dos cuencas meridionales estaban en esa época completamente separadas de la cuenca de Paris.

Al finalizar el período cretáceo, la cuenca parisiense, llena al este y al oeste, formaba un vasto golfo que se extendia al sur hasta el Orleanés, al oeste hasta los alrededores de Ruán y al este hasta Châlons. Un mar poco profundo lo cubria, que pronto iban á invadir y cegar los depósitos terciarios.

68. **Extensión de los arrecifes de corales.** — Si el periodo jurásico ha sido el del reinado de los reptiles marinos, aéreos y terrestres, ha sido igualmente el de la difusión de macizos importantes de corales en los mares que entonces invadian las tres cuencas de Paris, de Aquitania y del Ródano, como lo hemos visto con motivo del calcáreo oolítico.

Resumen.

I. Divídense los tiempos secundarios en tres períodos : periodo *triásico*, periodo *jurásico* y período *cretáceo*.

II. Las *Ammonitas* eran moluscos cefalópodos, de concha enrollada en forma de espiral, dividida en celdillas aéreas por separaciones muy irregulares en el punto de inserción ó contacto con la superficie de la concha. Un sifón lateral, que sigue la dirección del borde externo de la concha, penetra á través de los compartimientos hasta la última celdilla, donde termina en forma como de ampolla.

III. Las *Ceratitas*, ammonitas de compartimientos menos irregulares, caracterizan el periodo triásico, las *ammonitas verdaderas* el período jurásico y se hacen raras en el terreno cretáceo, en el que se deforman y desaparecen.

IV. Las ammonitas son características de los tiempos secundarios, como los trilóbitos lo eran de los tiempos primarios.

V. Se da el nombre de *Belemnita* á una especie de vástago

huesoso cilindro-cónico, que tiene en la extremidad opuesta á la punta un cono dividido en compartimientos, á través de los que pasa un sifon, del que sale una como bolsa córnea y estriada, parecida á la de los calamares. Esta taba de las belemnitas se hallaba cubierta por el carapacho del molusco.

VI. Las belemnitas secundarias se hallan hoy representadas por las sepias.

VII. Los *labirintodontes* eran batracios triásicos, que ocupaban el lugar intermedio entre los peces y los reptiles.

VIII. Los reptiles gigantescos pululan durante el periodo jurásico. Divídense en Reptiles marinos (*Ictiosaurios* de 8 metros de largo; *Plesiosaurios*, de 4 metros); Reptiles aéreos (*Pterodáctilos*, como del tamaño de una paloma), y Reptiles terrestres (*Dinosaurios*, 20 metros; *Estegosaurios*, 12 metros; *Iguanodontes*, 8 metros).

IX. La primera ave, mitad reptil y mitad ave, es el Arqueoptérix, del tamaño de una paloma.

X. Los primeros mamíferos jurásicos son marsupiales pequeños del tamaño de la rata ó la ardilla.

XI. Los mares triásico y jurásico aglomeran sus sedimentos al borde de los macizos armoricano, central y renano, disminuyendo así progresivamente la capacidad de las cuencas de París, de Aquitania y del Ródano, y obstruyendo los dos estrechos del Poitou y los Vosgos, por los que antes se comunicaban.

XII. Los poliperos coralíferos pululan en los mares jurásicos, los que están calientes. Se encuentran algunos restos de ellos en el calcáreo oolítico.

XIII. Las principales rocas secundarias son, por orden de antigüedad, los asperones rojos y abigarrados, el calcáreo conquíleo y las margas irisadas, que forman los terrenos triásicos; calcáreos amarillentos, margas hojosas, y sobre todo el calcáreo con sus restos de poliperos pertenecientes al periodo jurásico; finalmente, el terreno cretáceo que forma las costas acantiladas ó morros que hay entre el Havre y el Treport.

CAPÍTULO VII.

Tiempos terciarios. — Extensión de los mamíferos; sus relaciones con los tipos actuales; descubrimientos de Cuvier en el gipso ó yeso; historia del caballo. — Los mares y los continentes; climas — Formación de las grandes cadenas de montañas. — Rocas principales.

División de los tiempos terciarios.

69. Los tiempos terciarios se dividen en tres periodos, que, por orden de antigüedad, son:

El **período Eoceno** (Paleoterio, tapir);
El **período Mioceno** (Dinoterio, mastodonte);
El **período Plioceno** (Hipario, elefante).

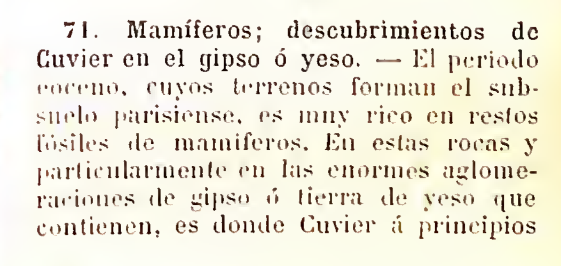
Mamíferos; sus relaciones con los tipos actuales. — Descubrimientos de Cuvier en el gipso ó yeso. — Historia del caballo.

70. — **Fauna de los tiempos terciarios.** — Las conchas fósiles de *Ceritas* (*fig.* 71), moluscos gasterópos marinos, de *Limneas* (*fig.* 72) y de *Planorbes* (*fig.* 73), moluscos gasterópodos de agua dulce, son característicos de los depósitos marinos ó lacustres que se han efectuado durante los tiempos terciarios.

Entre los zoófitos, indicaremos las *Nummulitas* (*fig.* 74), foraminíferas igualmente características de los terrenos terciarios, y particularmente del eoceno. Teniendo estas nummulitas, como lo expresa su nombre, la dimensión de una moneda, son de tamaño considerable en proporción á las demás foraminíferas, que casi todas son microscópicas El interior de su carapacho está dividido en multitud de celdillas, formando espiral y con mutua comunicación. En estas como celdillas es donde está encerrada la materia viviente, que deja pasar por las rendijas de la concha que corresponden á cada una de dichas celdillas, ciertas carnosidades filiformes, como las de las foraminíferas actuales.

Las improntas de arácnidos y de insectos, los restos fósiles de peces y de saurios recuerdan las formas y dimensiones actuales de estos animales. Las aves secundarias de maxi-

lares guarnecidos de dientes, están reemplazadas por verdaderas aves, algunas de las cuales de gran talla como el *Gastornis parisiensis* descubierto en 1853 por M. Gastón Planté en los sedimentos terciarios del Bajo Meudon.



71. Mamíferos; descubrimientos de Cuvier en el gipso ó yeso. — El periodo eoceno, cuyos terrenos forman el subsuelo parisiense, es muy rico en restos fósiles de mamíferos. En estas rocas y particularmente en las enormes aglomeraciones de gipso ó tierra de yeso que contienen, es donde Cuvier á principios







Fig. 71. *Cerita*. Fig. 72. *Limnea*. Fig. 73. *Planorbe*. Fig. 74. *Nummulita*.

del siglo XIX descubrió las osamentas que le permitieron reconstituir los animales enteros á que estos restos pertenecían, conforme á la ley de correlación entre la forma, el largo y el volumen de todos los huesos de una misma especie.

Uno de los más notables descubrimientos de Cuvier en 1812, en el gipso de Montmartre (colina de Paris), fué el de los restos fósiles de una sariga, el *Didelphis Cuvieri*. Por la mera inspección de la mandíbula, análoga á la de las sarigas actuales, y fundándose en la ley de correlación, anunció, sin haber visto el vientre del animal, que era un marsupial, lo que resultó después exacto.

Cuvier descubrió también en el gipso, en Soissons, Laón, en Montmartre y en toda la cuenca parisiense:

Los *Lofiodontes*, de la estatura del tapir, con dientes for-

mados de dos planos inclinados reunidos por una cresta;

Los *Corifodontes*, análogos à los precedentes y de la misma estatura;

Los *Paleoterios* (*fig.* 75), cuyas diferentes especies, poco más ó menos de la estatura del caballo, tenían las narices

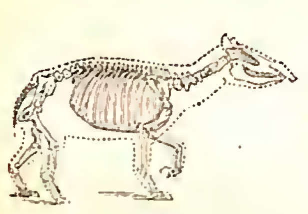


Fig. 75. *Paleoterio, aumentado, parecido al tapir (terreno eoceno)*



Fig. 76. — *Hipario, aumentado. que se acerca al caballo (terrenos mioceno superior y plioceno)*

salientes, en forma de trompa, como la de los tapiros de nuestros días

Todos estos animales eran paquidermos. Al lado de ellos se clasifica el *Hipario* (*fig.* 76) del plioceno, con un casco como el del caballo, pero además con dos dedos pequeños laterales

72. Historia del caballo. — Al examinar el esqueleto del pie de un *caballo* (*fig.* 77), compuesto de un solo dedo, que corresponde al cuarto y terminado en un casco de cuerno, obsérvase en la parte superior, á ambos lados del cañón ó metatarso, la huella más ó menos pronunciada de un estiletito huesoso, resto atrofiado de dedos laterales que han existido en las especies precedentes.

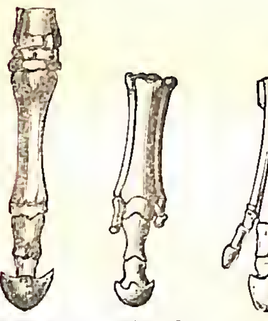


Fig. 77. *Pie de Caballo.* Fig. 78. *Pie de Hipario.* Fig. 79. *Pie de Anquiterio.*

Estos estiletes se ven mucho más pronunciados, en efecto, en los restos fósiles de caballos descubiertos en el plioceno; se hallan, completamente marcados y constituyen verdaderos dedos

atrofiados en el hipario del mioceno superior (*fig.* 78.)

En la parte media del mioceno se ha descubierto el *Anquiterio*, cuyas patas terminan en tres dedos (*fig.* 79), pero con dos dedos laterales más pronunciados que los del hipario, y la señal visible en la parte superior del cañón, de otro dedo que parece corresponder al indice. La misma disposición, aunque más pronunciada aún, se nota en el género paleoterio, que nos conduce, como primer ascendiente del caballo, al tapir del eoceno, cuya especie sobre vive. Este animal, de formas macizas, y del tamaño de un caballo pequeño, tiene una trompa rudimentaria, y presenta cuatro dedos en los miembros delanteros, lo que prueba que el pulgar es el primer dedo que ha desaparecido, y tres dedos en los miembros traseros.

Este es un ejemplo notable de las modificaciones sucesivas á que va sometiéndose un miembro para llegar á su adaptación perfecta á la carrera.

73. Ascendientes de los rumiantes. — Cuvier ha descubierto también en el gipso del eoceno parisiense los ascendientes de los rumiantes : los *Anaploterios* (*fig* 80), del

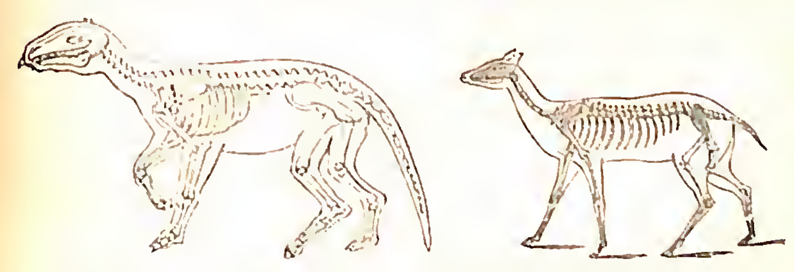


Fig. 80. *Anaploterio, hipopótamo pequeño, del tamaño del asno (terreno eoceno).*

Fig. 81. *Xifodonte, algo parecido á la gacela (terreno eoceno).*

tamaño del asno, de formas macizas, que probablemente vivian en el agua como los hipopótamos y los *Xifodontes* (*fig.* 81), que nos recuerdan las gacelas por la delicadeza y longitud de sus huesos. Estos animales parecen ocupar la situación intermedia entre los hipopótamos de cuatro dedos, los porcinos, bisulcos también de cuatro dedos, pero cuyos dos dedos laterales no llegan á tierra, y los rumiantes actuales con los pies perfectamente hendidos.

74. Proboscidios. — En el terreno terciario medio mioceno, hanse descubierto restos de *Mastodonte* (*fig.* 82), animal parecido al elefante, y que tiene casi su estatura y apariencia exterior. Los molares de estos animales (*fig.* 83) en vez de ser planos y por decirlo así rasos, como los de los elefantes actuales (*fig.* 85), estaban erizados de tubérculos cónicos y puntiagudos.

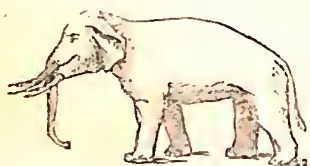


Fig. 82. *Mastodonte restaurado (terreno mioceno).*

Pero se han encontrado otros mastodontes en el plioceno inferior, más parecidos aún al elefante, y cuyos molares no son todavía del todo aplanados y rasos, sino que presentan protuberancias menos marcadas que las de los primeros mastodontes.



Fig. 83. *Diente de mastodonte mioceno.*

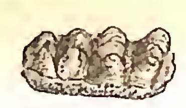


Fig. 84. *Diente de mastodonte plioceno.*

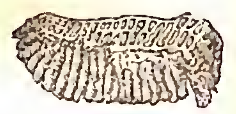


Fig. 85. *Diente de elefante actual.*

Este es también otro caso notable de la adaptación del órgano á la función, puesto que los dientes de los proboscidios, llegan así, por transiciones sucesivas, á ser exclusivamente adecuados á la alimentación vegetal.

Los mastodontes tenían cuatro colmillos, dos en cada mandíbula.

En el mioceno también se encuentran las osamentas del *Dinoterio* (*fig.* 86), proboscidio de estatura gigantesca, de más de cinco metros de alto, y cuya mandíbula inferior llevaba dos enormes colmillos retorcidos hacia abajo.

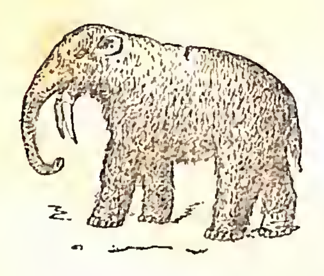


Fig. 86. *Dinoterio restaurado* (*Alto; 5 metros*).

Al lado de estos grandes paquidermos y rumiantes her-

bívoros, vivía una multitud de otros animales carnívoros, roedores, insectívoros, etc. En primer lugar citaremos el *Machairodus cultridens* (*fig.* 87), cuya dentición revela un temible carnicero, precursor de los felinos, que se distinguieron principalmente durante los tiempos cuaternarios. Viene después la multitud de especies de ratas, castores, perros y monos, pertenecientes á géneros, que en su mayor parte aún se mantienen; pero en que casi todas las especies, que viven en la época terciaria, se han modificado notablemente en nuestros días.

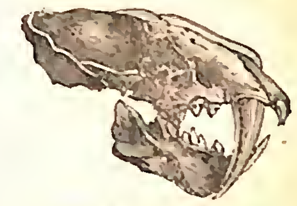


Fig. 87. *Machairodus cultridens, antepasado de los felinos.*

75. Flora. — La flora eocena parece estar caracterizada principalmente por el considerable desarrollo de coníferas, de palmeras, y en general de muchas plantas fanerógamas angiospermas de hojas caducas y flores completamente desarrolladas, más ó menos análogas á las plantas actuales. Encuéntrase improntas de flores, tan bien conservadas, que han permitido sacar de ellas moldes en cera.

Los mares y los continentes; Climas.

76. Formación del actual relieve del suelo de Francia. — Durante los tiempos terciarios, las cuencas de París, de Aquitania y del Ródano, ya completamente separadas entre sí y notablemente disminuidas por los sedimentos jurásicos, van á quedar definitivamente colmadas, y la Francia adquirirá así el relieve que hoy nos presenta. Pero esta retirada del mar, debida á la influencia de los depósitos marinos, especialmente del calcáreo grueso, se efectuará con algunas alternativas de flujo, debidas á hundimientos paulatinos del suelo, y de retroceso ó reflujo en virtud de solevantamientos también lentos: de aquí la formación de inmensos lagos y lagunas, en que se acumularán sedimentos de agua salobre. Así se explica que las rocas terciarias que son muy variadas, diferentes según las regiones, desamejantes al norte y al sur, se compongan de calcáreo marino grosero, de calcáreo de agua dulce, de piedra

molar, de margas, de arenas y de yeso, otros tantos sedimientos diversos, que corresponden á la invasión ó retroceso del mar

77. Climas. — Hemos visto que durante los tiempos primarios y secundarios reinaba por todas partes un clima húmedo y tropical, y que los poliperos coraliferos, que sólo pueden vivir en mares cálidos, pululaban en todos los puntos del mar jurásico.

Sólo durante el trascurso del periodo cretáceo de los tiempos secundarios se ha dejado sentir la acción del enfriamiento polar, y entonces es cuando se ha comenzado á observar que habia diferencias entre la flora marina del norte y la del sur de Francia.

Este enfriamiento progresivo, que veremos llegar á su máximum en los tiempos cuaternarios, provocará poco à poco la emigración de gran número de especies hacia las regiones más cálidas, produciendo, por adaptación, numerosas modificaciones en los animales : animales lanudos, de tejido craso superabundante, de color blanco ó sombrio en las regiones frias del norte; animales de piel pelada ó cubierta de pelo, de tejido craso poco desarrollado, de colores muy notables, vivos y matizados, principalmente en los pájaros de los paises tropicales

78. Formacion de las sierras ó cadenas de montañas. — La edad geológica de una montaña se determina por la época de la última capa de sedimento que se descubre en sus vertientes (*fig.* 20).

En las últimas rocas sedimentarias solevantadas por los Pirineos, en su vertiente septentrional, se han descubierto los restos fósiles de un paleoterio, en medio de los guijarros, pudingas y arenas que revelan alli la existencia de una antigua playa. Podemos concluir de aquí, que el último solevantamiento pirenaico se ha verificado durante el primer período de los tiempos terciarios (período eoceno), del que data el paleoterio.

La cuenca del Ródano se ha llenado en parte, durante el periodo medio de los tiempos terciarios, de un calcáreo húmedo *blandujo*, y que el aire endurece. Como el blandujo forma la más alta capa sedimentaria inclinada de los Alpes, se dedude de aquí que los últimos solevantamientos

de la cadena de los Alpes se han verificado durante el periodo mioceno.

De esta manera se ha determinado que el solevantamiento de las cimas cónicas de los Vosgos y los montículos de Normandía, entre los que se halla la cuenca de París, databa del período carbonífero; que el de los *montes del Morván* (Nivernés) remonta á los principios de los tiempos secundarios; que la elevación de la *Côte d'or*, es decir de la *Cuesta de Oro* (no *costa*), de la *Cevenas* y del *Jura* se ha verificado durante el periodo jurásico.

Principales rocas.

79. División. — Las rocas terciarias, como que son diferentes, según las diversas cuencas en que están situadas, deben por lo mismo ser estudiadas en cada una de estas.

80. Cuenca parisiense. — El terreno terciario inferior ó eoceno que también se llama *terreno parisiense*, porque forma la mayor parte del suelo de París y sus alrededores, se compone de muchos sedimentos marinos y depósitos de agua salobre y de agua dulce. Se ve primero sobre la creta secundaria un banco de arena rico en fósiles; viene en seguida una capa de arcilla, de que se sirven los alfareros de los alrededores de Paris. Encima, especialmente en la región del Soisonnés, se hallan *Lignitas*, acumulación de vegetales en via de transformarse en carbón, asi como grandes cantidades de conchas de agua dulce, lo que prueba que el mar se ha retirado, y que estos últimos depósitos son de origen lacustre. Después vuelve á venir el mar, dejando al principio arenas, sobre las que reposan las considerables capas del *Calcáreo grosero*, que es explotado en Paris y sus alcededores, y especialmente en Chantilly, y del que se sacan las piedras de sillería. La parte inferior de este calcáreo es exclusivamente marina, pero la superior corresponde á un periodo de retroceso del mar, pues allí se encuentra cantidad de conchas de agua dulce, como las limneas y los planorbes (*fig.* 72 y 73). Después ocurre una nueva invasión y una nueva retirada del mar, que forma el depósito de *arenas de Beauchamp*, que vemos en el bosque de Chantilly, y sobre él un sedimento de agua

dulce formada por las margas y el calcáreo silíceo de Saint-Ouen, que se explota en muchas localidades para la fabricación de piedras de molino. Finalmente, el mar avanza por última vez, y deja aglomerarse grandes masas de *gipso ó piedra de yeso*, cuyas capas, divididas por mantos de margas hojosas, verdes, grises ó blancas, y llenas de fósiles marinos, forman la parte principal del cerrillo de Montmartre (París), así como muchos de los montículos de los alrededores de París. El depósito del gipso ha caracterizado la formación definitiva de la cuenca de París, y por eso los terrenos mioceno y plioceno no se ven representados en ella.

Sin embargo al este de París, por debajo de las margas que cubren el gipso, se halla un calcáreo de agua dulce llamado *calcáreo de Brie*, y encima una capa de arena gris amarillenta, que lleva el nombre de *arena de Fontainebleau*, con frecuencia aglomerado en forma de *asperón de Fontainebleau*, sin duda de origen marino, lo que nos revela una nueva invasión del mar. Estas arenas existen sobre algunas colinas de la cuenca parisiense, y finalmente, más arriba, marcando el período de emersión definitiva, se halla un calcáreo silíceo de agua dulce, el *Calcáreo de Beauce*, del que se extrae la piedra molar, al norte y este de París.



Fig. 88. *Antracoterio, parecido al jabalí.*

Este conjunto de capas superiores al gipso forma un terreno especial, llamado *oligoceno*, caracterizado por los restos fósiles del *Antracoterio* (*fig.* 88), paquidermo en algo parecido al jabalí, que tiene los incisivos, los caninos y premolares tan fuertes como los del león, y las grandes muelas de los herbívoros.

81. **Cuenca de Aquitania.** — El terreno mioceno está representado en la Francia occidental y en la cuenca de Aquitania, por aglomeraciones compuestas de una mezcla de Calcáreo y de conchas marinas, á las que se denomina en Francia *falun* : falunes de Turena y de Aquitania. En el Orleanés, el calcáreo de agua dulce oligoceno, ó calcáreo de Beauce, está cubierto por bancos de arena, de origen mioceno, y contiene restos de mastodonte y de dinoterio.

82. Cuenca del Ródano. — En la cuenca del Ródano, el periodo mioceno se distingue por un depósito de calcáreo blando, llamado *blandujo* y que se endurece con el aire, como antes hemos dicho.

El terreno terciario superior ó *plioceno*, llamado también *subapenino*, es raro en Francia. Es constituído principalmente por depósitos lacustres, que contienen bancos de arena mezclada con conchas y arcilla grosera, asi como margas de mucho espesor, que se ven principalmente en Italia, en las cercanias de Roma

Resumen.

I. Los tiempos terciarios se dividen en tres periodos : el periodo *eoceno*, el periodo *mioceno* y el periodo *plioceno*.

II. Las *Ceritas*, moluscos gasterópodos marinos , las *Limneas* moluscos gasterópodos de agua dulce, caracterizan los depósitos terciarios

III. Las *Nummulitas* foraminiferas de concha aplanada, parecida á una lenteja ó á una moneda, y con celdillas en espiral, son caracteristicas del periodo eoceno

IV. Descubrimientos de Cuvier en el gipso. — Primero un marsupial, el *Didelphis Cuvieri*, en 1812, en las canteras de yeso de la colina de Montmartre ; después los *Lofiodontes* y *Corifodontes*, el *Paleoterio*, bastante parecido al tapir, el *Anoploterio* y el *Xifodonte*, estos dos últimos relacionan nuestros rumiantes actuales con el hipopótamo

V. Historia del caballo. — El mas cercano de los ascendientes del caballo es el *Hipario* del plioceno ; vienen después el *Anquiterio* del mioceno y el *Paleoterio* del eoceno, que relacionan al caballo con el tapir. Esta genealogía se funda en la atrofia y la desaparición sucesiva de los dedos laterales de los pies, para no dejar subsistir sino el cuarto dedo, que forma el casco del caballo.

VI. El más antiguo de los proboscidios es el *Mastodonte* con cuatro colmillos, del mioceno ; después el enorme *Dinoterio* de dos colmillos encorvados hacia el suelo, igualmente del mioceno ; y finalmente el *Elefante actual*, contemporáneo del plioceno.

VII. Los Pirineos se elevaron durante el periodo eoceno y los Alpes durante el periodo mioceno.

VIII. Las principales rocas terciarias son, en la *Cuenca parisiense:* las arenas, las margas y el calcáreo grosero, las arenas de Beauchamp, el calcáreo de agua dulce, y los depósitos de gipso (periodo eoceno);

El calcáreo de Brie, las arenas y asperones de Fontainebleau, y el calcáreo de agua dulce de Beauce (periodo oligoceno);

En la *cuenca de Aquitania*, depósitos de conchas marinas llamadas *Falunes* (periodo mioceno);

En la *cuenca del Ródano* un calcáreo blando (*blandujo*) que se endurece en el aire, del periodo mioceno.

IX. Las margas lacustres del plioceno se ven principalmente en Italia, en los alrededores de Roma.

CAPÍTULO VIII.

Tiempos cuaternarios; su gran extensión. Formación de los valles. — Fauna: mamut, rinoceronte, reno. — Fenómenos volcánicos de los períodos terciario y cuaternario. — Aparición del hombre: cavernas, ciudades lacustres.
Teoría de la Evolución ó del Transformismo.

Tiempos cuaternarios.

83. **Fenómenos glaciales; su gran extesión. Formación de los valles.** — Los tiempos cuaternarios, que se confunden con la actual época geológica, se distinguieron desde su origen por fenómenos diluvianos y glaciales, por lo que también se ha dado á este período los nombres de *diluviano* y de *glacial*.

Este período glacial se debe á un enfriamiento del globo terrestre, que aún está por explicar. Le precedieron lluvias diluvianas, debidas à la condensación por el frío del vapor de agua atmosférico, y este diluvio ocasionó la formación de inmensos nevados ó mantos de hielo, cuyas huellas se ven hoy en toda la parte oriental de Francia, como son los guijarros, rocas estriadas, morenas, peñas erráticas, terreno aborregado ú ondulado, etc. Uno de estos nevados (impropiamente llamados en España *ventisqueros*) cubría toda la Suiza, la región del Jura, el valle del Ródano y se extendia hasta Lyón. Los Vosgos estaban igualmente sepultados bajo un vasto manto de hielo.

El diluvio y el derretimiento de estos inmensos campos de hielo, provocaron fenómenos de erosión considerables. Los torrentes de gran amplitud entonces corrian rebosando y con una corriente de extraordinaria fuerza que todo lo devastaba; formaban barrancos y cuencas al pasar, creando los actuales valles, en los que nuestros principales rios ocupan hoy una parte mínima.

Las tierras, arenas y guijarros arrastrados por esos inmensos torrentes han formado el terreno llamado *diluvium* ó sea diluvio, que encontramos en casi todos los paises del globo, en el fondo de los valles, en las llanuras y aun en las mesetas elevadas, donde ha sido depositado por los nevados.

84. **Fauna.** — La fauna de los tiempos cuaternarios tiene grandes analogias con la fauna actual. En el diluvium hallamos numerosos restos de animales contemporáneos: caballo, perro, mono, rumiantes, carniceros, elefantes, rinocerontes é hipopótamos. Estos últimos destruidos en Europa durante el periodo glacial, no existen ya sino en las regiones cálidas de Asia y África, de donde están también llamados á desaparecer.

Algunas especies animales han sido destruidas por completo durante el periodo glacial; citaremos: el *Mamut* (*fig.* 89), uno de los que ha sido descubierto entero, oculto bajo los hielos de la desembocadura del Lena; es un elefante de 4 á 5 metros de alto, cubierto de pelos recios y negros, que forman sobre el lomo una melena, con dos colmillos arqueados hacia arriba; sus restos se hallan por millares en toda la Francia, en Siberia y en la América del Norte, donde sus colmillos se han conservado tan bien, que aun sirven como marfil. Los *Osos* y las *Hienas de las cavernas*, mayores que las especies actuales; el *Megaceras* (*fig.* 90), ciervo muy grande, con enormes cuernas, cuyo fósil se ha descubierto en las turberas de Irlanda; una especie de *Rinoceronte*, que hoy ha desaparecido y que entonces vivia en Europa, notable por la completa osifica-

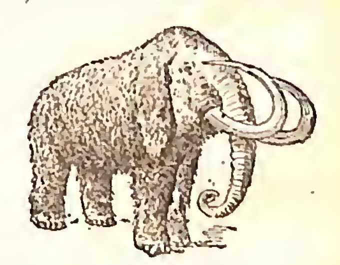
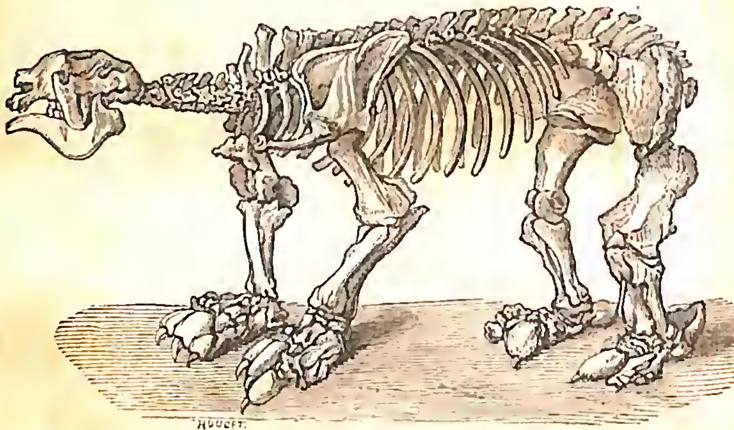


Fig. 89. *Mamut*. (*Alto 4 á 5 metros.*)


Fig. 90. *Cabeza de Megaceras.*

ción de las fosas nasales, lo que le daba la precisa resistencia para soportar el peso de los dos grandes cuernos que llevaba sobre la nariz. En cuanto al *Reno*, éste ha emigrado hacia las regiones del norte, donde su piel gruesa y peluda le protege contra el frio.

En el diluvium de la República Argentina se han descubierto fósiles de grandes des-


Fig. 91. *Esqueleto de Megaterio.*

dentados : los *Megaterios* (*fig.* 91 y 92) del alto del rinoceronte, con dedos que llevan poderosas garras, y los *Glyptodontes* (*fig.* 93), inmensos armadillos, tan grandes como los hipopótamos, que están cubiertos de un carapacho parecido al de las tortugas.


Fig. 92. *Megaterio restaurado.*


Fig. 93. *Gliptodonte restaurado.*

Fenómenos volcánicos de los periodos terciario y cuaternario.

85. **Formación de la cadena de los Puys.** — Si la agitación de la masa central ígnea parece haberse calmado durante los tiempos secundarios, vuelve á sentirse con nueva actividad durante los tiempos terciarios y cuaternarios. Además de la elevación de los Pirineos y de los Alpes, ha ocasionado en Francia la formación de la cadena volcánica de los Puys (Auvernia) que presenta unos sesenta conos y cráteres (*fig.* 94), que se extienden por muchas leguas de



Fig. 94. *Cadena volcánica de los Puys, en Auvernia.*

norte á sur. Estos volcanes, hoy apagados, han debido estar en grande actividad hacia el fin de la época terciaria y principios de la cuaternaria, á juzgar por la cantidad de lavas, de basaltos y traquitos que allí han dejado.

Aparición del hombre : cavernas, ciudades lacustres.

86. **Origen cuaternario del Hombre.** — Algunos geólogos hacen remontar la aparición del Hombre sobre la tierra al principio del periodo mioceno de los tiempos terciarios. El abate Bourgeois ha encontrado, en efecto, en Thenay, departamento de Loir y Cher, enterrados en medio del calcáreo de Beauce (oligomioceno, V. p. 576), fragmentos de pedernal en forma de cuchillos, con huellas casi ciertas de haber servido para un trabajo manual. Mas, como hasta ahora no se han encontrado fósiles humanos en las rocas terciarias, los descubrimientos del abate Bourgeois no han modificado hasta hoy la opinion generalmente admitida del origen cuaternario del hombre.

87. **Cavernas.** — Se han descubierto fósiles humanos en gran número de grutas ó cavernas, tanto en Francia como

en toda Europa (*fig.* 95), que habían sido cegadas por el diluvium ó por derrumbes. Con frecuencia estos esqueletos están mezclados con numerosos restos de animales muy diversos, lo que nos induciría á creer que todas estas osamentas han podido ser acarreadas y que se han acumulado en ciertas grutas con el diluvium

Fig. 95. *Caverna con huesos humanos.*

Al lado de los restos fósiles del hombre, se hallan con frecuencia en las cavernas (en que éste se refugiaba para librarse de la intemperie y defenderse contra los grandes carniceros : macairodos, osos y hienas, que abundaban entonces en Europa), los primeros vestigios de su industria, como hachas y cuchillos de pedernal, ó tallados en fragmentos de hueso, trabajados al fuego, objetos de alfarería y aun ciertas tentativas artísticas, como dibujos de mamut, de osos, de renos (*fig.* 96), grabados sobre trozos de hueso ó de marfil.



Fig. 96. *Dibujo de reno grabado en un trozo de marfil.*

Las más célebres cavernas de huesos humanos en Francia, son las de Saint-Acheul, en el departamento de Somme, las de Avallón, en el Yonne, y de Aurignac, en el Alto-Garona.

88. División de la existencia prehistórica del hombre en tres edades. — Se divide en tres períodos ó *edades* la existencia prehistórica del *Hombre cuaternario* :

La *edad de la piedra tajada* (*fig.* 97) en la que el hombre no se sirve para hacer hachas y diversos otros utensilios sino de pedazos de silex ó pedernal groseramente desbastados y de fragmentos de huesos;

La *edad de la piedra pulimentada* (*fig.* 98), en la que el hombre, en vez cortar ó tajar groseramente el pedernal para labrarlo, lo pule sobre grandes piedras planas, que

ha sido dado descubrir, y que conservan huellas muy claras de este trabajo;

La *edad del bronce*, en que el hombre descubre el medio



Fig. 97. *Piedra tajada.*



Fig. 98. *Piedra pulimentada.*

de extraer de los minerales el cobre y el estaño. Poco después comienza la industria del hierro, y con ella el periodo histórico.

89. **Ciudades lacustres.** — Desde la edad de la piedra pulimentada comienza ya el hombre á abandonar las cavernas y á construirse cabañas. Para defenderse de las bestias feroces construye sus casuchas de madera y paja sobre estacas encima de las aguas de los lagos y ríos tranquilos, no lejos de la orilla, con la que comunica por un pasadizo que se quita de noche. La reunión de cierto número de estas habitaciones formaba una *ciudad lacustre* (*fig.* 99), de las que se han hallado muchos restos, con multitud de utensilios, armas, y objetos de adorno personal, principalmente en los lagos de Suiza.



Fig. 99. *Ciudad lacustre.*

Estas diversas edades de la humanidad existen aún en nuestros días. Así, los Fueguinos se sirven aún de puntas

de flechas de pedernal tajado, de harpones fabricados con un hueso que recuerda la edad de la piedra pulimentada; los indígenas de algunas islas de la Oceanía llevan hachas de piedra pulimentada. Por tanto, estas épocas marcan más bien las etapas por las que pasa la humanidad, en vez de constituir la historia de la especie humana considerada en su conjunto.

90. Monumentos megalíticos. — El hombre desde su aparición sobre la tierra ha manifestado el respeto que le inspiraban los difuntos; por eso se descubren tantos monumentos funerarios, que remontan á las primeras edades de la humanidad. Esos monumentos parecen ser, por orden de antigüedad: los *menhires*, piedras altas y amplias, colocadas verticalmente (hileras de Carnac, en Bretaña); los dólmenes (*fig.* 100), gran piedra, ancha y plana, colo-

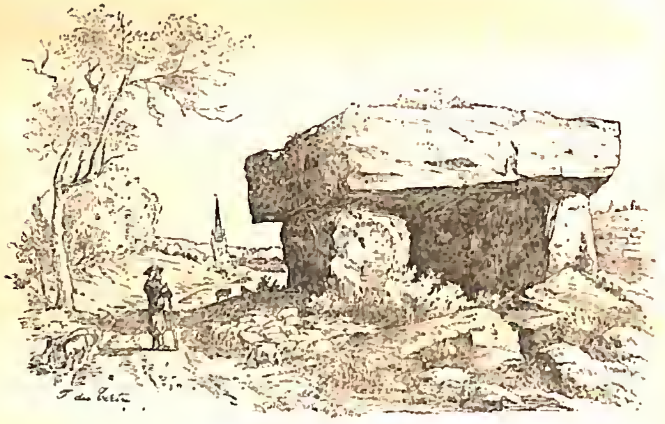


Fig. 100. *Dolmen.*

cada sobre otras dos; los *túmulus*, dólmenes cubiertos de un montón de tierra ó de guijarros; las *galerías cubiertas*, formadas por una hilera de dólmenes; los *cromlechs*, constituidos por gran número de menhires, que forman círculos concéntricos en torno de la tumba principal, dolmen ó túmulus.

El hombre y las razas humanas.

91. Caracteres propios del hombre. — El *Hombre*, por su inteligencia, por la facultad del lenguaje, forma, por decirlo así, un ser, ó mejor dicho, un reino aparte en la creación. Su organización, generalmente más perfecta que la de todos los demás animales, le coloca también en el pináculo de la escala de los seres. Sus miembros inferiores están dispuestos exclusivamente para la actitud vertical ó bípeda; disposición de que carecen los demás mamíferos. Sus miembros superiores terminan en un órgano perfecto de prehensión y de tacto, la *mano*.

La mano tiene cinco dedos largos, flexibles y delgados, protegidos de uñas finas y planas. Uno de estos dedos, el pulgar, tiene la facultad de oponerse á los otros, lo cual permite á la mano agarrar fácilmente los cuerpos, ya para levantarlos, ya para tocar su superficie. Y éste es el principal carácter de la diferencia que hay entre la mano y el *pie*, cuyo pulgar ó dedo gordo, colocado en el mismo plano que los otros, no puede oponérseles.

Luego los miembros superiores é inferiores del hombre pueden servir para diferentes usos; por esta razón es el único mamífero verdaderamente *bimano* y *bípedo*.

El hombre es *omnívoro*, lo cual quiere decir que vive de toda clase de alimentos. Sin embargo, parece haber estado primitivamente destinado á vivir de vegetales, porque sólo come la carne de los animales después de cocerla.

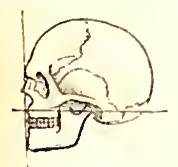
Hay que notar por último el desarrollo considerable de su cerebro, que cubre por detrás todo el cerebelo, y está tapizado en su superficie de numerosas circunvoluciones.

92. Especie humana. — Si hay mucha diferencia entre los hombres, si un chino y un negro no se parecen á un europeo, todos presentan, sin embargo, la misma organización y tienen los caracteres comunes de tenerse derechos y ser á la vez bimanos y bípedos. Luego todos los hombres pertenecen á una misma familia, á una misma especie, la *especie* humana, sin excluir al salvaje más inferior.

93. Caracteres distintivos de las razas humanas. — Son tantas las diferencias visibles que hay en la especie humana,

que se la ha dividido en tres *razas* principales, y cada raza comprende además tipos particulares.

Los caracteres distintivos de las razas se fundan en el color de la piel, en la estatura, en la conformación de la cara, en el aspecto del pelo y de la barba, en la magnitud del ángulo facial y en la forma del cráneo.


Fig. 101. *Medida del ángulo facial.*

El *ángulo facial* de *Camper* (*fig.* 101) se compone de dos líneas, que parten del medio de la base de la nariz y van, una á la parte más saliente del arco de las cejas, y la otra al orificio del conducto auditivo externo.

Este ángulo es más ó menos abierto según las razas. Si es agudo, las mandíbulas son salientes, y la cara toma un aspecto bestial. Si es muy abierto, entonces la parte superior de la cara es prominente y revela inteligencia.

Se dice que hay *prognatismo* cuando las mandíbulas son salientes, y *ortognatismo* cuando están muy desarrollados hacia afuera la frente y los ojos.

Ya sabemos que el cráneo es una cavidad huesosa, de forma ovoide, que remata la cara. Su eje anteroposterior está más ó menos desarrollado según las razas. Dícese que un hombre tiene la cabeza redonda, es decir que es *braquicéfalo*, cuando este eje es relativamente corto; y que tiene la cabeza oval, es decir que es *dolicocéfalo*, cuando este eje es largo.

La especie humana comprende :

La **raza blanca** ó *caucásica* ;

La **raza amarilla**, ó *mongólica* ;

La **raza negra** ó *africana*.

Otra cuarta raza, la **roja**, ó *americana*, debe agregarse á la raza amarilla.

94. Raza blanca. — La *raza blanca* (*fig.* 102), á la cual pertenecemos, se llama *indo-europea* ó *caucásica*, porque, según la tradición de los pueblos, parece que ha tenido su cuna en la cordillera del Cáucaso, que se extiende entre el mar Negro y el mar Caspio. Distínguese por la forma regularmente oval de la cabeza, la anchura y la dirección casi vertical de la frente, que forma un ángulo facial muy abierto, de 80º á 85º. La nariz es generalmente recta, la boca proporcionada, los dientes verticales, la piel blanca

ó algo morena, los cabellos finos, lisos ó rizados, y el cráneo es, ya braquicéfalo, ya dolicocéfalo. La raza caucásica es también notable por su gran inteligencia : á ella pertenecen los pueblos que han alcanzado el mayor grado de civilización. Esta raza ocupa toda la Europa, el Asia occidental hasta el Ganges y el Africa septentrional.



Fig. 102. *Raza blanca ó caucásica.*

La raza blanca presenta bastantes variedades. Se la puede dividir en dos ramas principales : 1º la **rama indo-europea** comprende el *tipo indo* de piel *morena*, el *tipo germano*, generalmente rubio, y el *tipo céltico*, al cual pertenecemos, y cuya piel, cabellos y ojos son más morenos; 2º la **rama semita**, formada por los judíos y los árabes, que se distinguen por sus cabellos lisos y negros, su frente baja, su nariz aguileña y sus ojos rasgados.

95. Raza amarilla. — La *raza amarilla* (*fig.* 103), originaria del Asia central, puebla todo el Extremo Oriente, la China, el Japón, una gran parte del Asia septentrional y el archipiélago de Malasia. Distínguese de la raza blanca por su color amarillo aceitunado más ó menos pronunciado, su cara aplastada, su frente menos ancha, sus pómulos salientes, sus ojos rasgados oblicuamente, su ángulo facial abierto de unos 75º solamente y su cráneo braquicéfalo. Su nariz es achatada con las ventanas anchas y la barba prominente con cierta tendencia al prognatismo. Tiene muy rala la barba y los cabellos largos, negros y aplastados.

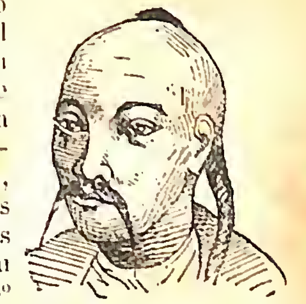


Fig. 103. *Raza amarilla ó mongólica.*

Esta raza comprende los tres tipos *mongol, chino* y *japonés.*

96. Raza negra. — La *raza negra* (*fig.* 104) está representada principalmente por el negro, cuya piel es negra,

salvo en la palma de las manos y la planta de los pies. Su frente es deprimida, y por eso su ángulo facial es sólo de 70° y su cráneo es siempre dolicocéfalo. Su nariz es ancha y achatada, gruesos y salientes los labios con un prognatismo muy marcado. Sus dientes son fuertes y largos y sus cabellos crespos y lanudos. La raza negra es originaria del centro y del mediodia de Africa. También se la encuentra en algunas islas de la Oceania.


Fig. 104. *Raza negra ó africana.*

Sus tipos principales son el *tipo guineo*, muy negro y de mucha talla; el *tipo cafre*, de rasgos más finos y piel menos negra; el *tipo hotentote*, más pequeño y de color bronceado, y en fin el *tipo papú*, de formas hercúleas, que se encuentra en las islas de la Oceania.

97. Tipos mixtos. — Estos reunen los rasgos de dos razas diferentes. Vamos á citar el *tipo rojo ó americano* (*fig.* 105), que se acerca mucho á la raza amarilla, cuyos hombres, de mucha talla, de piel cobriza (pieles rojas), tienen los cabellos largos y negros, la barba rala, la nariz aguileña y un ligero prognatismo; el *tipo malayo*, que pertence á la raza amarilla, pero que se parece al negro por sus labios gruesos y el marcado prognatismo de las mandibulas; el *tipo lapón*, de poca estatura, mezcla de las razas amarilla y blanca, que habita el extremo norte de Europa.


Fig. 105. *Raza roja ó americana.*

Teoria de la Evolución ó del Transformismo.

98. Teoría de Darwin. — Habiendo dado ya al fin de la Zoología una idea general de la teoría de Darwin acerca

de la *evolución*, como consecuencia de la *selección natural* y de la *adaptación* (V. p. 220), podemos ahora exponer los hechos precisos en que se funda la doctrina del ilustre naturalista inglés.

« Creo, dice, que todos los animales descienden de cuatro ó cinco formas primitivas á lo sumo, y todas las plantas de un número igual ó acaso menor...; y estaría dispuesto á creer que todos los animales y todas las plantas descienden de un prototipo único, pero la analogía puede ser un guía engañoso. » (*Origen de las especies*, conclusiones traducción francesa de Ed. Barbier.)

Esta doctrina de la evolución se funda en las transiciones que se observan entre los grandes tipos ó ramas del reino animal, entre los géneros y entre las especies, de donde se originan con mucha lentitud, mediante modificaciones casi imperceptibles pero permanentes, especies nuevas

Transiciones entre los grandes tipos del reino animal. — Los primeros peces, por su forma extraña (*Cephalaspis*, *fig.* 42) y por las placas calcáreas que los protegen, nos recuerdan los trilóbitos. Los primeros batracios de los períodos carbonífero y triásico, son animales de transición entre los peces y los grandes reptiles jurásicos. La primera ave, el *Arqueoptérix* (*fig.* 68), sirve de vínculo entre los saurios y las aves propiamente dichas Los marsupiales están en positiva conexión con los reptiles, mediante numerosos fósiles triásicos y jurásicos, que son los *Teriodontes*. Los *Monotremos*, entre los que algunas especies ponen huevos, establecen la transición entre las aves y los mamíferos. Finalmente, una serie paleontológica intermedia entre los tiempos secundarios y terciarios, la de los *Creodontes*, conexiona los marsupiales y los mamíferos insectívoros.

Transiciones entre los géneros. — Las modificaciones de forma entre los dientes del mastodonte mioceno, del mastodonte plioceno y del elefante actual (*fig.* 83, 84 y 85): las modificaciones sucesivas en el número de los dedos yendo del tapir al caballo y pasando por el *Paleoterio* (*fig.* 75), el *Anquiterio* y el *Hipario* (*fig.* 76), son otros tantos ejemplos de estas transiciones, y que antes habíamos citado.

Transiciones entre las especies. — Al examinar las conchas fósiles de Goniatitas, Ceratitas y Ammonitas (*fig.* 35, 50 y 53), podemos seguir poco á poco las modificaciones de forma de la concha, que conducen de una especie á otra en cada uno de estos géneros, sobre todo entre las sinuosidades de la lineá de inserción de los compartimientos.

Causas de la variación de las especies. — Estas causas son tres : la *selección natural*, consecuencia de la lucha por la existencia y las emigraciones; la *adaptación* de los órganos al medio en que está llamado á vivir el animal, á tal punto, que si el medio se modifica, el animal se modifica también; la *ley de correlación*, en virtud de la cual no puede modicarse un órgano solo, sin que se verifiquen cambios en las demás partes del animal.

Si el medio en que un animal vive no cambia, si las condiciones ambientes permanecen perfectamente idénticas, no hay entonces razón para que se modifique. Por esto sucede que aun en el día se hallan en los mares cálidos Nautilos y Língulas de los tiempos primarios.

Duración de las especies. — Gran número de especies animales nacen, se derrollan, llegan á su apogeo, envejecen y desaparecen como los individuos. Tales son : los Trilóbitos de los tiempos primarios, las Ammonitas y los grandes reptiles de los tiempos secundarios, y los mamutos del período glacial. Los grandes herbívoros actuales : rinocerontes, hipopótamos y elefantes se hallan en plena decadencia.

Resumen. — Las condiciones de la vida conducen al perfeccionamiento incesante de las especies. Esta ley de perfeccionamiento, revelada por Darwin, es tan inherente á la naturaleza viviente, como la ley de la gravitación lo es á la materia bruta. Según la expresión del naturalista inglés, la idea más elevada que podemos formarnos del Creador, consiste en verle servirse únicamente de las dos grandes leyes que rigen la materia bruta y la viviente y así realizar los movimientos de los cuerpos celestes y la variedad casi infinita de seres vivientes, animales y vegetales.

En cuanto al Hombre, cuyo genio ha podido escudriñar y comprender estas leyes primordiales, es tal el abismo que le separa de los animales más perfeccionados, de los monos por ejemplo, que al llegar á este punto toda idea de transición desaparece. Debemos atenernos á la definición bíblica : « Dio crió al Hombre á su imagen ».

Antropología.

99. El hombre más antiguo del mundo. — *Esqueleto paleolítico de la Chapelle-aux-Saints en la Correze.* — Los antropólogos distinguen en la historia del hombre tres periodos : 1º el *periodo paleolítico*, el más antiguo, que corresponde a la época de la piedra tallada. 2º el *periodo neolítico* ó de la piedra pulida: 3º el *periodo actual* llamado de los metales (bronce y hierro).

« No existe hombre fósil », es decir cuyo esqueleto esté incrustado de materias silíceas ó calizas, proclamaban Cuvier y Elias de Beaumont. Sin embargo, Boucher de Perthes, cuyo museo prehistórico se puede ver en Abbeville — apoyándose en los hallazgos de sélice tallada, trabajada evidentemente por la mano del hombre, en el *pleistoceno medio, musteriano* de los arqueólogos, terreno que corresponde á una época geológica muy remota, que se considera como intermedia al fin de la época terciaria y al comienzo de la época cuaternaria, — afirmaba la existencia posible de un esqueleto humano fósil. Esta afirmación quedó confirmada con el descubrimiento de la mandíbula de *Moulin Quignon*, cerca de Abbeville, toda incrustada de materia silícea.

En el paleolítico se distinguen cinco capas sucesivas, ó pisos, que son : el *Queleano* (Chelles en Sena y Marne), caracterizado por sílices talladas uniformemente en sus dos caras, y constituyendo un arma ó un utensilio propio para diferentes usos; el *Aqueuleano* (Saint-Acheul en Amiens), caracterizado por las mismas sílices, así como también por los vestigios vecinos de una fauna diferente, de los cuales se han encontrado ejemplares igualmente en París, en las excavaciones del ferrocarril metropolitano; el *Musteriano* (Moustier en Dordogne) caracterizado por armas ó herramientas variadas y no uniformes como en las dos capas.

precedentes, pero siempre de sílice tallada; el *Solutreno* (Solutré en Saôna y Loira) caracterizado por la punta de sílice tallada en hoja de laurel, usada como venablo, y la punta dentada, á manera de raspador, sierra, etc.; el *Magdaleniano* (gruta de la Madeleine en Tursac, en Dordogne), en donde el arte toma su verdadero desarrollo. El hombre sigue tallando la sílice, pero con más habilidad y variedad de formas. Además de la sílice, hace uso del hueso y del cuerno para fabricar agujas, puntas de flechas, harpones, collares, grabados en hueco ó en relieve en cornamentas de renos.

Las osamentas humanas más antiguas, especialmente cráneos, son : las de *Neanderthal* en Alemania (1867); la mandíbula de *Moulin Quignon*, encontrada por Boucher de Perthes, cerca de Abbeville, y en fin, las más célebres, las de la *Chapelle-aux-Saints*, descubiertas recientemente en la Correze por los sacerdotes Bouyssoni y Bardon. Junto á estos últimos restos humanos yacían diéntes de rinoceronte, de donde se ha deducido que, en esa época remota, el clima de Francia era tropical.

He aquí las características de esos vestigios humanos : desarrollo considerable de las arcadas de las cejas, grueso notable de los dientes, saliente muy pronunciada del maxilar inferior con barba reducida, causa de un prognatismo pronunciado, alargando la parte inferior de la cara á la manera de hocico; forma del cráneo dolicocéfalo, frente despejada y reducida, grande espesor de los huesos del cráneo; profunda depresión destacando de la frente la nariz ancha, apófisis mastoïdes pequeñas. Miembros relativamente largos y arqueados, talla más bien pequeña. A pesar de estas señales de animalidad, el hombre musteriano ó neanderthaloide se distingue completamente de los monos antropomorfos por la capacidad considerable de su caja craneana, comparada con la de estos animales Este solo carácter del desarrollo considerable del cerebro basta para excluir toda especie de lazo capaz de unir el hombre prehistórico á los monos.

En Java han encontrado un fémur y una mandíbula que podrían pertenecer á un ser intermedio entre el hombre y los monos antropomorfos, el *antropopiteco*. Pero no se concede ningún valor á su reconstitución, por ser cosa de pura imaginación.

Resumen.

I. Los fenómenos diluvianos y glaciales caracterizan los tiempos cuaternarios.

II. El diluvio y la fusion de los inmensos nevados ó campos de hielo ocasionaron fenómenos considerables de erosion y la formacion de los actuales valles.

III. Las tierras, arenas y guijarros, acarreados por inmensos torrentes, han formado el terreno llamado *dilivium*.

IV. La fauna cuaternaria tiene las mas estrechas relaciones con la fauna actual. Como animales especiales de ella, que hoy han desaparecido, se cuentan : el *Mamut*, el *Megaceras*, los *Osos* y las *Hienas* de las cavernas, de mayor estatura que las especies actuales ; el *Megaterio* y el *Gliptodonte* de la América del Sur.

V. El hombre, único mamífero á la vez bimano y bípedo, forma una sola especie : la *especie humana*.

VI. El cráneo de eje anteroposterior corto se llama *braquicéfalo*, y el de eje largo, *dolicocéfalo*.

VII. El *ángulo facial* está formado por dos líneas que parten del centro de la base de la nariz y van, una á la parte más prominente del arco de las cejas, y la otra al orificio del conducto auditivo externo.

VIII. El ángulo facial es de 80° á 85° en la raza blanca, de 75° en la raza amarilla y de 70° solamente en la raza negra.

IX. La *raza blanca* ó *caucásica* se divide en dos ramas : la *indoeuropea*, que comprende los tipos *indo*, *germano* y *celtico* ; la rama *semítica*, que comprende los *judíos* y los *árabes*.

X. La raza *amarilla* ó *mongólica* comprende los tres tipos *mongol*, *chino* y *japonés*.

XI. La raza *negra* ó *africana* se compone de los tipos *guineo*, *cafre* y *hotentote*. A éstas pertenecen también los *papús* de las islas de la Oceanía.

XII. Los *tipos mixtos*, formados de la mezcla de los precedentes, comprenden entre los más importantes : el *tipo rojo* ó *americano* el *malayo* y el *lapón*.

XIII. El hombre hizo su aparición en la tierra antes del diluvio.

XIV. El largo tiempo que pasó el hombre en la tierra antes de que comenzara la época histórica, está dividido en tres edades, según su industria: la edad de la *piedra tajada*, la de la *piedra pulimentada* y la del *bronce*. La edad del *hierro* comienza el periodo histórico.

XV. En aquellas épocas remotas vivía el hombre en cavernas ó en chozas construidas sobre pilotes dentro de lagos ó en sus orillas (*ciudades lacustres*).

XVI. Los *dólmenes* y los *túmulos* parecen ser monumentos funerarios, ó altares erigidos á las divinidades.

HIGIENE

CAPÍTULO PRIMERO

EL AGUA

Condiciones para que un agua sea potable. — Orígenes diversos y contaminación de las aguas. — Purificación de las aguas contaminadas.

Condiciones para que un agua sea potable.

1. Caracteres de las aguas potables. — El *agua buena para beber* debe ser fresca (de 6° á 10°), viva, límpida, aireada, sin olor, sin sabor ó de un ligero gusto agrillo, debido á una pequeña cantidad de gas carbónico que en ella se halla disuelto, y un poco mineralizada (carbonato y sulfato de calcio : 0 g. 5 por litro el máximum).

El agua potable no debe contener ni substancias orgánicas en descomposición que se descubren por su mal olor, ni huevos ó larvas de gusanos parásitos, ni microbios *saprógenos* ó de putrefacción, ni mucho menos microbios *patógenos*, gérmenes de la fiebre tifoidea, de la disentería, del cólera, etc.

El agua potable debe cocer las legumbres y disolver el jabón; de otra suerte, es preciso desecharla como *selenitosa*, es decir, muy rica en carbonato y sulfato de calcio disuelto

El agua de buena calidad, conservada durante muchos días en vasija cerrada, á la temperatura media de las habitaciones, no echa mal olor, pues éste no puede resultar más que de la descomposición pútrida de materias orgánicas contenidas en el agua.

2. Gas disuelto en el agua; agua destilada — El agua buena para la alimentación ha de contener aire en disolución. Este aire disuelto es el que mantiene la vida de los

peces en los ríos, y este aire es igualmente el que hace al agua más fácil de ser absorbida, y el que la hace aparecer menos pesada al estómago. El gas carbónico, que no existe más que en estado de trazas en las aguas pluviales, se halla mucho más abundante en las aguas de manantial, á causa de una larga filtración de tales aguas á través del espesor de la tierra. La demasiada cantidad de este gas (100 cmc por litro) es por lo común debida á la presencia de materias orgánicas en el agua, y se la debe desechar. El oxígeno se halla disuelto en el agua en cantidad mucho mayor que el nitrógeno. La falta ó la exigua cantidad de oxígeno disuelto es indicio de que este gas ha sido empleado en oxidar materias orgánicas y de que el agua está más ó menos corrompida. La cantidad de nitrógeno en disolución parece ser de poca importancia para juzgar la bondad de un agua. Todos los otros gases contenidos en el agua, especialmente el ácido sulfhídrico, indican su mala calidad.

El *agua destilada* no es buena para la alimentación, porque no está aireada y porque no contiene materias minerales en disolución.

3. Análisis químico y bacteriológico de las aguas potables. — El agua que contiene carbonato de calcio disuelto por una pequeña cantidad de ácido carbónico, presenta, con una disolución alcohólica de palo de campeche, una coloración violeta.

El sulfato de calcio disuelto en el agua es precipitado en blanco, en estado de sulfato de bario insoluble, mediante algunas gotas de una disolución de nitrato de bario.

El cloruro de sodio da con una disolución de nitrato de plata un precipitado blanco de cloruro de plata que se ennegrece á la luz, soluble en el amoníaco.

Descúbrese la presencia de nitratos y nitritos que provienen de la oxidación de materias orgánicas contenidas en el agua, dejando caer en ella algunas gotas de una disolución de cristales incoloros de difenilamina en ácido sulfúrico. Si existen productos nitrosos, aparecerá inmediatamente una coloración azul.

El *grado hidrotimétrico* de un agua da su contenido en sales calcáreas por litro. Se sabe que el grado hidrotimétrico depende de la cantidad de disolución alcohólica de jabón necesario para producir por agitación con un deter-

minado volumen de agua que se va á analizar (cuarenta centímetros cúbicos) una espuma que persiste durante diez minutos. No es considerada como potable el agua que pase de treinta grados hidrotimétricos. (Para pormenores de la manipulación véase nuestro *Curso de Química*, p. 88).

(Para el examen bacteriológico, mediante el cual se descubre la presencia de microbios en un agua, nos remitimos al capítulo ANÁLISIS DE LAS AGUAS POTABLES, p. 641 de nuestro *Curso de Química*, en el cual está tratada esta cuestión sumariamente).

Origenes de las aguas.

4. **Agua de manantial.** — El agua de manantial, tomada en su mismo nacimiento, es preferible á toda otra, si su composición química la incluye en la categoría de las aguas potables.

Proveniente de las aguas de lluvia filtradas á través de un gran espesor de tierra, los manantiales están indemnes de suciedad en su punto de emergencia.

Los manantiales de alimentación deben estar protegidos desde su salida de la tierra para que no se puedan arrojar en ellos basuras ú otras substancias pútridas que les contaminen. Las cañerías son generalmente de tubos de barro cocido ó de hierro; pueden ser también de plomo sin incoveniente alguno, porque el agua mineralizada no ataca al plomo. Pero no es lo mismo respecto del agua de lluvia, la cual, por el contrario, le carbonata y le arrebata partículas.

Las cañerías conducen el agua á receptores cubiertos, cerca de la población, donde es distribuída. De esta manera es alimentado París por las aguas de Dhuys, de Vanne y del Avre.

Es necesario no confundir el agua que sale de las neveras con la de los manantiales. El agua que proviene de deshielo ó de neveras, insuficientemente aireada, cargada de gérmenes atmosféricos, no mineralizada, es malísima para la alimentación, por lo menos cerca de su origen ó nacimiento. Ella es causa del bocio, del cretinismo y del raquitismo tan frecuentes en las regiones montañosas.

Como el frio intenso no mata los microbios, el hielo fabricado con agua impura ó recogido durante el invierno en la superficie de los lagos y estanques, es también tan nocivo como estas aguas mismas.

5. Aguas corrientes. — Las aguas corrientes, riachuelos y ríos que provienen de manantiales, tienen en su origen todas las cualidades de agua potable. Pero pronto son manchadas en su trayecto por las inmundicias que reciben, como cadáveres de animales, deyecciones, aguas de alcantarillas, etc. Son, en diversos grados, el vehículo de todos los microbios saprógenos y patógenos.

La vegetación puede, hasta cierto punto, dar cuenta del grado de salubridad de un agua corriente.

Los arroyos en los cuales crecen el berro y la verónica en espigas son los únicos, á falta de manantial, que tienen el agua bastante pura para ser bebida sin daño. Si los ríos están bordeados de juncos, si por su superficie se extienden lentejas de agua ó nenúfares, las aguas son de mediana ó de pésima calidad.

El agua del Sena, que contiene ya más de treinta mil microbios por centímetro cúbico en Ivry, arriba de París, encierra más de doscientos mil en Saint-Denis, abajo de París.

El color, el sabor y el olor de las aguas son, como la naturaleza de la vegetación, indicios de su salubridad. El agua pura es clara, azulada, de sabor fresco é inodora. El agua impura es, por el contrario, verdusca, más ó menos fétida y de sabor soso ó dulzoso. Así, el agua del Sena, azulada aún en Corbeil, tórnase verde durante su paso por París y continúa de este modo hasta el mar.

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua está en relación con su grado de pureza. El Sena, que contiene diez mil gramos de oxígeno por litro en Choisy, no tiene muchos más abajo de Saint-Denis, no hallándose su proporción normal más que hacia Bonnieres y Vernon. El oxígeno, en efecto, es absorbido para oxidar las materias orgánicas. Los ríos pueden purificarse poco á poco si, después de haber atravesado una gran ciudad ó sitios industriales, no encuentran otros en su trayecto hasta el mar.

Las enfermedades producidas por las aguas corrientes contaminadas son la diarrea, la fiebre tifoidea y el cólera

en tiempo de epidemia. Cada vez que, durante la sequia del estio hay necesidad de distribuir en ciertos distritos de París agua del Sena á sus habitantes, seguro es observar un recrudecimiento de fiebre tifoidea.

6. Aguas estancadas. — Estas aguas sin corriente, en que sin cesar se acumulan despojos de vegetales, y abundan las algas, los infusorios y los mohos, son completamente impuras. El oxigeno no se renueva en ellas lo bastante para oxidar y destruir las materias orgánicas en descomposición. Las aguas estancadas contienen particularmente huevos y larvas de gusanos parásitos intestinales (*Ascárides, Distomas* y *Tenias*).

Entre estos gusanos parásitos citaremos: las *Ascárides lombricoides*, muy semejantes á las lombrices de tierra y muy comunes en los niños (*fig.* 1); los *Oxyuros*, pequeñísimas lombrices blancas que causan en la extremidad del intestino grueso vivas picazones, de las cuales se libra uno con lociones de agua salada y con pomada de calomelanos; los *Cisticercos*, cuando se han ingerido huevos de tenias; las *Hidátides* y sus *Equinococos*, otro género de lombrices vesiculosas que pueden formar en un cuerpo, especialmente en el hígado, quistes voluminosos para cuya curación se necesitan graves operaciones, y, por último, la *Tenia botriocéfala*, la más larga de las lombrices solitarias, la cual suele llegar á medir hasta diez metros, y cuyos gérmenes ciliados viven en las aguas estancadas.

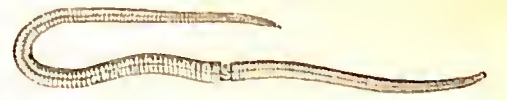


Fig. 1. — *Lombriz intestinal (ascáride lombricoide).*

Indicaremos además, en las aguas estancadas: el *Anquilóstomo Duodenal*, común en Egipto y en las charcas de las minas, lombriz cilíndrica de 10 á 12 milimetros de longitud, de boca circular armada de dientes como la de las sanguijuelas, que se fija por succión en la mucosa intestinal, provocando de este modo hemorragias que, á la larga, conducen á la anemia; los *Tricocéfalos*, de tres á cuatro centímetros de largura, finos como cabellos en su parte anterior, que viven sobre todo en el ciego. Estos gusanos

parecen desempeñar un papel importante en la etiología de la fiebre tifoidea, al perforar la mucosa intestinal y abrir así al bacilo de Eberth paso á la sangre donde éste se multiplica y envenena el organismo con sus toxinas.

No hablo de las fiebres intermitentes, ni de la fiebre amarilla, porque son principalmente transmitidas por picaduras de mosquitos.

7. **Agua de cisterna.** — El agua de cisterna presenta todos los inconvenientes de las aguas estancadas. Formadas por la lluvia y el deshielo, tales aguas contienen todas las impurezas del aire y de los techos de las habitaciones. Constituyen verdaderos medios de cultivo respecto á los gérmenes atmósfericos que allí se depositan.

Insuficientemente mineralizadas, estas aguas disuelven bien el jabón, son muy dulces y convienen sobre todo para la lejía. Las cisternas deben estar cementadas y no forradas con láminas de plomo, al cual ataca el agua de lluvia.

8. **Agua de pozo.** — El agua de los pozos ordinarios, situados por lo común cerca de los retretes ó basureros es contaminada por filtraciones. No se debe pues hacer uso de ella más que cuando el pozo se encuentra muy alejado de las habitaciones y de toda otra causa de infección.

El agua de pozo, frecuentemente muy calcárea, es cruda é impropia para jabonar y para cocer las legumbres.

Respecto á los *pozos artesianos*, de muchos cientos de metros de profundidad, su agua, filtrada por un gran espesor de tierra, es también pura como la de los manantiales, pero por lo común es muy calcárea.

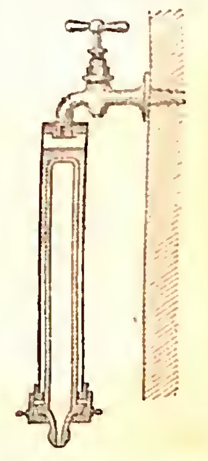
Purificación de las aguas contaminadas.

9. **Filtros** — Purificase el agua por dos procedimientos principales: 1° por filtración; 2° por ebullición ó esterilización.

Los *filtros de asperón poroso* de las fuentes ordinarias, los *filtros formados de capas superpuestas de fieltro de amianto, de carbón de madera triturado y de arena*, aunque son preferidos, retienen las materias orgánicas en suspension, dan un agua muy clara y hermosa, pero dejan pasar á los

microbios. Su eficacia es por lo tanto casi nula respecto á la profilaxia de las enfermedades infecciosas. Sin embargo, este género de filtros, por sus capas superpuestas de carbón, de arena y de guijo, es con frecuencia aplicado en gran escala, en el fondo de vastos depósitos, para filtrar el agua de un arroyo ó de un rio destinada á la alimentación de las grandes ciudades. Este sistema es práctico y aun bueno, con tal que el espesor de las capas filtradoras sea suficiente. De esta manera son filtradas las aguas del Támesis distribuidas en la ciudad de Londres.

Los filtros con pared porosa de porcelana de primera cocción pueden darnos alguna seguridad, mas aun estos dejan pasar las toxinas solubles segregadas por los microbios. Describiremos únicamente el más conocido de estos filtros, llamados filtros de Pasteur, el de M. Chamberland, con ó sin presión.


Fig. 2. — *Filtro de Chamberland.*

El *filtro Chamberland* (*fig.* 2) se compone de una hueca bujia de porcelana de primera cocción, es decir, porosa, de tres centímetros de diámetro por unos veinte de longitud, encerrada en un tubo metálico, de tal manera que el agua que va á filtrarse llegue bajo presión á encontrarse entre este tubo y la bujia. El liquido pasa entonces lentamente á través de la porcelana, cuyos estrechísimos poros detienen las bacterias, y llega pura al interior canal de la bujia de donde cae á un recipiente.

Existe otra variedad de filtro Chamberland sin presión, que tiene la forma de un sifón. A la bujía, hundida en el liquido que se desea filtrar, adáptase un largo tubo de caucho que penetra en un recipiente colocado muy abajo destinado á recibir el liquido filtrado.

Verificase una absorción en este aparado, y funciona como un sifón ordinario.

Los viajeros se sirven, para apagar su sed, de un filtro formado de un cilindro de carbón poroso, al cual se ajusta un tubo de caucho. De este modo beben por aspiración, y el agua, al pasar á través del carbón,

deja en él sus impurezas. Pero esta filtración es muy imperfecta.

10. Ebullición y esterilización. — La *ebullición* durante veinte minutos mata todos los huevos, larvas, esporas, microbios, gérmenes capaces de fermentar ó pútridos que un agua malsana puede contener. Este es, por lo tanto, el procedimiento de purificación por excelencia y el que se debe emplear siempre en tiempo de epidemia, sea cual fuere el filtro de que se haga uso. *La ebullición, en efecto, tiene la gran ventaja, sobre la más perfecta filtración, de coagular y destruir las toxinas solubles.* El agua hervida se pasa generalmente por un lienzo de muletón ó de franela igualmente hervido ó esterilizado, á fin de limpiarla de las sales calcáreas precipitadas y de las materias albuminoideas coaguladas que contiene, y después se la airea agitándola.

El agua hervida es por lo tanto buena para beber. Se puede, para mejorar su gusto, echarle cinco ó seis conos de lúpulo, un poquito de te, algunas hojas ó puntas de menta ó de algunas otras plantas aromáticas, pero siempre en muy pequeña cantidad y únicamente para modificar el sabor, bastante soso.

El *agua esterilizada* en autoclave durante diez minutos, á la temperatura de 120° á 130°, tiene las mismas propiedades que el agua hervida. Embotellada y cargada de ácido carbónico, constituye una excelente agua de Seltz artificial que hoy se vende en el comercio. El agua de Seltz común, si está hecha con agua impura, es tan nociva como esta misma agua, puesto que el ácido carbónico no destruye los microbios.

Advertencia.. — Cuando no se puede hervir un agua sospechosa, si se le añade un vaso, de los usados para el vino de Burdeos, de buen coñac y uno á dos gramos de ácido cítrico ó algunas gotas de yodo por litro, se la hace menos nociva.

El ozono, gas destructor de toda materia orgánica, es, por esta misma razón, un desinfectante enérgico, empleado para la industrial esterilización de las aguas.

RESUMEN

I. El agua potable debe ser transparente, incolora, inodora é insípida, exceptuando á veces un gusto agrillo comunicado por una pequeña cantidad de ácido carbónico. Debe estar ligeramente mineralizada por sulfato ó carbonato de calcio ($0^g,5$ por litro á lo mas), necesario para el desarrollo y sostenimiento de los huesos.

II. El agua de manantial, recogida en el lugar de emergencia, es, en general, la mejor de las aguas potables.

III. Las enfermedades transmisibles por las aguas contaminadas son : la *Fiebre tifoidea*, el *Cólera*, la *Diarrea* y los gusanos ó lombrices intestinales (*Ascarides lombricoides*, *Hidátides de equinococus* que ocasionan quistes voluminosos, y la *Tenia botriocéfala*, la mas larga de todas las lombrices solitarias, que puede medir hasta diez metros).

IV. Se purifican las aguas : por *ebullición* y *esterilización* á 120° en autoclave ; por *filtración* a traves de arena y de cabón superpuestos, ó mejor á traves de tubos de porcelana porosa (*filtro Chamberland*), y por procedimientos químicos con ozono, ácido cítrico y tintura de yodo.

CAPÍTULO II

EL AIRE

Peligros del aire confinado. — De la cantidad de aire necesaria en las habitaciones. — Renovación del aire y ventilación. — Accion debilitadora del aire confinado. — Acción vivificante del aire libre. — Modificaciones de las propiedades físicas del aire : presión, frio, humedad, calor, sequia, luz, electricidad. — Vestidos. — Calefacción. — Modificaciones de la composicion del aire : gases tóxicos, polvo, gérmenes saprógenos y patógenos. — Experimentos de Pasteur.

Peligros del aire confinado.

11. Composición normal del aire, alteraciones del aire confinado. — Hemos de recordar brevemente que el aire normal, bajo la presión barométrica de 760 mm. de mercurio, está compuesto de : nitrógeno, 78 ; argón, 1 ; oxígeno,

21 por 100 partes de aire. Hállase además en él una proporción bastante constante de 3 diez milésimas en volumen de anhidrido carbónico y cierta cantidad de vapor de agua que varia según el grado higrométrico.

La respiración de los animales y de los vegetales, el humo de las fábricas y de los hogares domésticos son las principales causas de que el aire se vicie por el gas carbónico. Pero la función clorofilica de los vegetales que se verifica durante el dia y la grandisima solubilidad del gas carbónico en el agua de los mares tienden, por absorción continua de este gas, á restablecer la proporción normal del aire.

Para que el aire sea respirable, debe contener, por lo menos, 15 por 100 de óxigeno y, á lo más, 10 por 100 de anhidrido carbónico. Si la proporción de gas carbónico en el aire es excesiva, su tensión llega á ser superior á la del mismo gas disuelto en el plasma de la sangre venosa, y no puede éste salir afuera á través de las paredes de las vesiculas pulmonares. De aqui resulta una asfixia más ó menos rápida.

El viciarse el aire por la aglomeración de individuos en reducido y mal ventilado espacio, no depende tan sólo de la diminución del oxigeno y del aumento del gas carbónico, sino también de que el aire espirado arrastra materias orgánicas invisibles y olientes, las cuales constituyen verdaderas toxinas que corrompen el aire y le comunican mal olor.

En invierno, la calefacción y el alumbrado son además causa de la corrupción del aire en los departamentos por la absorción del oxigeno y el desprendimiento de gas carbónico.

12. Cantidad de aire necesaria en las habitaciones. — Véanse las dimensiones adoptadas respecto á las escuelas, colegios y liceos por el Consejo de salubridad de Paris

En las clases y salas de estudio son precisos cinco metros cúbicos, á lo menos, por cada alumno. Así, una clase de treinta alumnos debe tener cuatro metros de altura por seis á siete de anchura y longitud. En cuanto á las habitaciones y dormitorios, además de la ventilación, la cubicación ha de ser de catorce metros por persona. La altura del techo no será jamás menor de cuatro metros.

13. Ventilación. — La *ventilación* se verifica naturalmente por las ventanas y puertas mal ajustadas y sobre todo por las chimeneas, las cuales es preciso mantener siempre abiertas.

El aire frío de fuera entra en los departamentos por las aberturas de abajo, y el aire caliente y viciado sale por las aberturas de arriba.

Colocando dos bujías encendidas, la una abajo y la otra en lo alto de una puerta ligeramente entreabierta, se ve que la llama de la bujía inferior se dirige hacia adentro y la de la bujía superior hacia afuera. En el sistema de ventanas llamadas de guillotina, en uso en Inglaterra, los cristales movibles en la parte superior de las ventanas son excelentes para la continua ventilación de las habitaciones de dormir. Los pequeños ventiladores encajados en el cristal son menos eficaces.

La ventilación se ejerce además por llamamiento del aire, en las salas de un hospital, por ejemplo, mediante tubos de llamada que partan del techo y salgan por el tejado, donde son cubiertos por un sombrerete á fin de que no penetre la lluvia. El llamamiento del aire puede además verificarse mediante un tubo de latón ó hierro enchufado en otro tubo de albañilería en el cual se halla contenido, que comunica por aberturas hechas cerca de los techos con los diferentes departamentos superpuestos de una casa.

La ventilación por regolfo del aire, sobre todo aplicada en las minas y aberturas de túneles, se opera por medio de potentes máquinas de vapor ó de trompas hidráulicas que envían el aire al interior de las galerías.

Indicaré además los ventiladores de aletas movidas por electricidad, cuyo principal objeto es refrescar los departamentos durante los calores del estío.

Cuando un obrero va á descender á un pozo, se tiene la previa seguridad de que el aire es respirable, introduciendo una bujía, la cual debe permanecer encendida hasta en el fondo. Si la bujía se apaga, es signo de que el pozo tiene necesidad de ser ventilado.

14. Acción debilitadora del aire confinado. — Todo el mundo conoce la influencia nefasta de los departamentos ó locales demasiado reducidos, insuficientemente aireados,

en los cuales se ven obligadas á vivir muchas personas. El mal olor, la excesiva proporción de gas carbónico, con mucha frecuencia la falta de luz y de sol, son otras tantas causas de anemia progresiva y, sobre todo, de tuberculosis.

Gran número de hombres encerrados en un espacio relativamente estrecho, donde el aire no se renueva, pueden sucumbir muy pronto por asfixia, como ocurrió. en fin de Mayo de 1871, á los sublevados de la Commune de Paris presos en los sótanos del palacio del Luxembourg.

15. Acción vivificante del aire libre. — La vida al aire libre, el ejercicio, los sports de todo género : tales son las mejores condiciones de una vida higiénica, á la cual deben tender todos los sistemas de educación moderna. No es suficiente cultivar el cerebro con el estudio. El desarrollo de los pulmones, de los músculos, del valor, de las cualidades viriles, en una palabra, mediante una higiene bien entendida, la gimnástica y los sports, no es menos útil respecto á la futura lucha por la vida.

Para los delicados, para los que por desgracia son propensos á la tuberculosis y para los mismos tuberculosos, es asimismo el aire libre, el aire puro del campo, de las orillas del mar y el de las montañas, un remedio soberano. Hasta ahora no hay nada más cierto.

La luz es también tan necesaria para la vida como el aire libre. Igual que los vegetales, el hombre palidece y se torna anémico viviendo en locales poco iluminados.

El aire de las montañas, á unos 1500 metros de altura es preferible á todos, pues los fisiólogos han advertido que si la proporción de oxigeno disminuye en el aire á medida que uno se eleva, en cambio el número de glóbulos rojos aumenta en la sangre, lo cual acrecienta su fuerza y su riqueza.

¡Aire, pues! Mucho aire para gozar de salud . tal es la nueva fórmula. Abrid de par en par las ventanas de vuestros departamentos, dejad que el sol los inunde de luz, airead cuidadosamente vuestros lechos; salid afuera cuanto posible os sea, y, con este régimen del aire libre, encontraréis fuerza y salud.

Modificaciones de las propiedades físicas del aire.

16 Presión. — Los desarreglos fisiológicos que resultan de las modificaciones de presión del aire atmosférico, han sido estudiados por Paul Bert. Ya los hemos indicado en la página 85 de este libro. Aquí insistiremos en el hecho de que el mal de las montañas no es debido tan sólo á la disminución de la presión atmosférica en las altas regiones, sino particularmente, como también lo ha demostrado Paul Bert, á la disminución notable de la proporción de oxígeno. Por esta razón este eminente fisiólogo ha aconsejado á los aeronautas que, antes de elevarse á grandes alturas, lleven consigo depósitos de oxígeno á fin de respirar cuando les comience á faltar el de la atmósfera.

17. Frío y humedad. — El hombre se escuda contra el frío y la humedad con medios artificiales : los vestidos y la calefacción. Hemos de recordar que los medios naturales para luchar contra el frío son el extraordinario ejercicio muscular, de modo que los músculos produzcan mucho más calor, y la contracción de los vasos capilares de la red cutánea superficial, haciendo refluir la sangre hacia las vísceras internas, donde la pérdida de calórico es mucho menos considerable que en la superficie del cuerpo.

Por esta misma razón, puede el frío intenso ser causa de congestiones cerebrales ó pulmonares, particularmente en los dados á las bebidas alcohólicas, cuyos vasos sanguíneos comienzan á ser alterados en su estructura.

Lúchase también contra el frío mediante una alimentación compuesta de cuerpos grasos y de hidratos de carbono (azúcares y féculas) que proporcionan por su combustión en las células una gran cantidad de calor al organismo Los pueblos de las regiones del norte hacen, por lo tanto, inmoderado uso del alcohol. Los severos reglamentos de los gobiernos, la influencia tan saludable de las Sociedades de temperancia ó sobriedad han comenzado á luchar con éxito en estas regiones contra la plaga del alcoholismo

La humedad, al resfriar la superficie del cuerpo, al entorpecer la transpiración y facilitar que los microbios pululen

en el excesivo vapor de agua contenido en el aire, es el gran vehiculo de todas las enfermedades, particularmente de las afecciones pulmonares y reumáticas.

Finalmente, cuando la temperatura desciende notablemente bajo cero en el termómetro centigrado, los accidentes de congelación de las manos, de los pies y de los lóbulos de la nariz y de las orejas son temibles

18. Calor y sequía. — También por medios artificiales (el vestido, la hidroterapia, la construción especial y orientación de la vivienda) lucha el hombre contra una excesiva temperatura. La transpiración y la dilatación de los vasos capilares sanguineos de la red cutánea superficial son, al refrescar mayor cantidad de sangre, sus naturales ó fisiológicos medios de resistencia. Los accidentes debidos al calor son : la *Insolación*, la cual hace que la piel se arrugue y que, al cabo de unos cuantos dias, resulte escamación epidérmica con vivas picazones, y el *Bochorno*, que puede ser mortal por exceso de producción de gas carbónico en la sangre, como consecuencia de extremada combustión orgánica. Remédiase esto, desembarazando de ropa al enfermo, exponiéndole, si es posible, al viento y aplicándole compresas de agua fria á la cabeza y al pecho; en una palabra, refrescándole. Una sangria efectuada inmediatamente, en semejante caso, no puede menos de ser beneficiosa.

El calor se soporta mejor por la sequia que por la humedad, la cual entorpece la transpiración.

19 Luz y electricidad. — La plena luz es indispensable á la buena higiene. Los microbios viven mejor en la obscuridad ó en la penumbra; la luz, por el contrario, favorece su oxidación y destrucción por el oxigeno del aire.

La casa saludable debe, por lo tanto, construirse en sitio despejado, donde el sol pueda penetrar de continuo por las ventanas de todas las fachadas. Se evitará, cuando posible sea, que haya en ella rincones obscuros.

La tensión eléctrica del aire ejerce notable influencia en nuestro sistema nervioso. En tiempos tempestuosos se siente uno generalmente pesado y fatigado; otras personas, en especial las mujeres, se tornan impresionables en extremo. Los enfermos experimentan un gran malestar, y

no es raro ver personas heridas de muerte sucumbir algunos dias antes á causa de una violenta temp

Vestidos

20 Valor higiénico de los diversos tejidos de origen animal y vegetal. — Los vestidos engomados son completamente antihigiénicos, pues impiden la evaporación del sudor y hacen que las ropas interiores se mojen y, por lo tanto, estén prestas á enfriarse de repente en el momento en que uno se despoja de la envoltura impermeable. Nos exponen, por esta razón, á todas las morbosas complicaciones pulmonares y reumáticas que pueden resultar de un brusco enfriamiento.

Los otros vestidos están hechos de substancias originarias del reino animal, como la lana, la seda, los forros de pieles, de plumas ó de substancias vegetales, como el algodón, el cáñamo y el lino.

El vestido higiénico debe llenar tres principales condiciones : 1º debe ser mal conductor del calor, para conservar la temperatura natural del cuerpo é impedir así el resfriamiento; 2º debe ser permeable al aire, á fin de que la *transpiracion* ó el sudor pueda evaporarse á través del tejido ; y 3º debe ser ligero, para no fatigar los hombros.

Los tejidos animales, como la lana, la seda de cierto espesor, los forros de pieles y de plumas son malos conductores del calor, por lo cual son enteramente convenientes para confeccionar vestidos de invierno

La lana, aplicada inmediatamente al cuerpo bajo la forma de elástica de franela ó de cinturón, debe llevarse aun durante los calores. La lana absorbe, en efecto, la transpiración ó el sudor, é impide que el cuerpo se resfríe. Por esta razón el llevar cinturón de franela es obligatorio en el ejército de Argelia y en las tropas de las colonias.

El flotante vestido de franela es también el que conviene mejor en los paises cálidos; mas en este caso la cuestión de color tiene grande importancia

Si exponéis á los rayos del sol dos pedazos de tela, uno negro y otro blanco, el negro, como absorbe el calor solar y le conserva, llegará muy pronto á ponerse muy caliente, mientras que el blanco, al reflejar los rayos caloricos al

mismo tiempo que los rayos luminonos, conservará la temperatura ambiente.

El vestido higiénico por excelencia en los paises cálidos es, por esta causa, la prenda de franela blanca, flojamente ceñida, ó el albornoz árabe. Por razones análogas, el sombrero debe ser blanco, á fin de proteger la cabeza contra el ardor del sol.

El lienzo y los demás vestidos de tela de cáñamo ó de lino conducen el calor mucho mejor que la lana ó la seda. Asi, puestos inmediatamente sobre el cuerpo no protegido por una franela, exponen á bruscos enfriamientos por la rápida pérdida de calor. Además, esto se experimenta al contacto frio del lienzo de tela fina.

El algodón es el término medio, como conductor del calor, entre la lana y la tela de hilo. Los vestidos de algodón no son tan buenos como los de lana para los ejercicios violentos, como los de la vicicleta, esgrima y gimnástica, pues, si bien es verdad que absorben bien la transpiración ó el sudor, permiten, por el contrario, que el enfriamiento se verifique muy rápidamente.

Diferentes modos de calefacción y alumbrado.

21. Chimeneas. — Las *chimeneas* son simplemente compuestas del *fogón*, en el cual se colocan los morillos que sostienen el combustible. Encima de la chimenea se eleva el cañón, alojado por lo común en el muro. Las chimeneas, determinando un enérgico llamamiento de aire, constituyen el mejor medio de calefacción respecto á la higiene; pero también el menos ecónomico, puesto que se va por el cañón la mayor parte del calor producido. Para remediar este inconveniente, se construyen chimeneas-caloríferos, en donde una circulación de aire dirigida arriba de un dombo de aristas y estrias que cubre el hogar, hace que se distribuya el aire caliente por las bocas situadas encima y á los lados de la chimenea.

22. Estufas — Pueden dividirse las estufas en dos categorias *estufas de combustión viva* y *de combustión lenta*. En las estufas de combustión viva no hay más que introducir la cantidad de combustible que debe arder de una vez, y

el tiro se hace ancho por encima del hogar. El aire llega por debajo á través de una parrilla que sostiene el carbón.

En las estufas de combustión lenta del sistema Chouberski se acumula la cantidad de combustible (cok ó antracita) necesaria para doce horas por lo menos, y como este carbón sólo debe arder lentamente, la llegada del aire por la parrilla, las dimensiones del hogar, el orificio del tubo de tiro por el que escapan el humo y los gases, todo es estrecho, recogido, para hacer lenta la combustión. Estas estufas son móviles sobre ruedecillas y pueden ser trasportadas á las chimeneas de las diferentes piezas de una habitación.

Las estufas de combustión viva tienen la ventaja de calentar muy pronto y mucho; pero consumen gran cantidad de carbón. No son peligrosas, á no ser que se las deje ponerse al rojo por mucho tiempo, porque el óxido de carbono puede filtrarse á través del hierro incandescente.

En las estufas de combustión lenta, mucho más económicas cuando hay que calentar noche y día, la combustión es menos completa, la hulla destila, de donde resultan gases hidrocarburados y especialmente óxido de carbono, que se desprende en gran cantidad. Se necesita, pues, con estas estufas, que el tiro sea excelente y que la abertura de la chimenea, delante de la que están colocadas, esté perfectamente cerrada por una placa de palastro provista de un orificio circular de la dimensión exacta del tubo al que debe dar paso. Con estas estufas se han producido numerosas asfixias mortales debidas á la intoxicación por el óxido de carbono, por tiro insuficiente ó por remolinos de gases tóxicos en la pieza habitada Por lo cual jamás debe usarse una estufa de fuego continuo en un dormitorio.

En general, la calefacción por medio de las estufas deseca demasiado el aire ambiente, que se hace irritante para la respiración. Se remedia esto colocando sobre la estufa una vasija ancha llena de agua, que se vaporiza y devuelve al aire su humedad bienhechora.

23. Caloríferos. — Los *caloríferos* son vastos hogares destinados á calentar una casa entera ó un edificio por distribución de *aire caliente*, de *agua caliente* ó de *vapor de agua*.

Los *caloríferos de aire caliente* están casi abandonados. El aire no puede tomar y no devuelve sino una pequeña parte

de la cantidad de calor producida por el combustible: además, el aire caliente es demasiado seco y arrastra gran cantidad de polvo. Añadan á esto que basta una pequeña fisura en los tubos de conducción para que puedan sobrevenir intoxicaciones por el óxido de carbono.

Un *calorífero de agua sin presión* se compone esencialmente de una caldera sobre un hogar. De la caldera parte una tubería que pasa á todos los pisos y á las principales piezas de todas las habitaciones para volver enseguida á la caldera. Estando exactamente lleno todo el sistema, caldera y tubería, la circulación del agua caliente se establece por la diferencia de densidad entre el agua casi hirviendo (90° á 95°) que sale de la caldera, y la que vuelve, después de haberse enfriado abandonando una parte de su calor durante su trayecto por los tubos. Para evitar accidentes de explosión, que pudieran producirse por la dilatación del líquido, el tubo principal comunica en lo más alto con una gran vasija llamada de expansión, abierta en toda su anchura al aire libre, en la que puede operarse fácilmente la variación de los niveles del agua á las diversas temperaturas.

En cuanto á *los caloríferos de agua bajo presión*, la instalación es la misma que para los anteriores, pero la caldera está reemplazada por un serpentín, en el que se calienta el agua entre 150° y 200°. La tubería, más resistente, es de menor diámetro, y está suprimida ó necesariamente cerrada la vasija de expansión.

Con estos dos sistemas, se forma en cada pieza, sobre una superficie relativamente pequeña, una agrupación de tubos entre los cuales el aire circula y se calienta. Eso es lo que se llama una estufa. Se deja entrar el agua ó se interrumpe su circulación, por medio de una llave, según que se quiera ó no usarla.

El *calorífero de vapor* apenas se usa ya más que en las fabricas. El vapor, producido á baja presión en una caldera, se dispersa, como en los casos anteriores, por tubos y calienta las habitaciones liquidándose por pérdida de una parte de su calor de vaporización. El agua que resulta vuelve á la caldera á una temperatura bastante elevada aún para vaporizarse de nuevo rápidamente.

Siendo generalmente estrechos los tubos de canalización, se aumenta su superficie de contacto con el aire ambiente,

proveyéndolos de aletas metálicas. Esos tubos de aletas están agrupados, en mayor ó menor número, sobre una superficie estrecha para formar un *radiador* ó estufa análoga á las de circulación de agua caliente.

Estos sistemas de calefacción, de caloríferos de agua caliente, ó de vapor, son los más higiénicos, porque no desecan el aire ni arrastran polvo.

Observación. — Las estufillas en las que se conserva el calor por la combustión lenta de un carbón aglomerado, deben proscribirse, á causa del desprendimiento posible de óxido de carbono.

24. **Alumbrado.** — Las lámparas eléctricas de incandescencia constituyen el mejor sistema de *alumbrado*. La llama de las lámparas de aceite ó de petróleo ó de gas dan lugar á desprendimientos de gas carbónico. Por lo cual hay que renovar á menudo el aire en una habitación muy iluminada con estos antiguos sistemas.

Modificaciones de la composición del aire.

25. **Gases tóxicos.** — El aire puede encontrarse accidentalmente mezclado con *gases tóxicos*, que no solamente son irrespirables, sino que desempeñan el papel de verdaderos venenos de la sangre, substituyéndose al oxígeno de la hemoglobina de los glóbulos rojos. Los más importantes de estos gases son : el *óxido de carbono*, que proviene de una estufa de tiro lento, cuya chimenea funciona mal; el *gas del alumbrado*, que sale de una llave de gas mal cerrada; el *ácido sulfhídrico*, que se desprende de las letrinas y de los retretes.

El *óxido de carbono*, tóxico en muy débil dosis, en el aire — 1 p. 100 próximamente — es tanto más peligroso cuanto que es inodoro. Un fuerte dolor de cabeza, vértigos, náuseas, que preceden á la pérdida de conocimiento y á la muerte son los síntomas habituales de este envenenamiento. Se le combate con tracciones rítmicas de la lengua y con inhalaciones de oxígeno.

El *ácido carbónico*, gas no tóxico pero irrespirable, se

acumula en el fondo de los pozos en que se desprende, en las bodegas, de las cubas de vino en fermentación.

El *gas del alumbrado* se revela fácilmente por su olor. Envenena sobre todo por el óxido de carbono que contiene.

El *ácido sulfhídrico*, que descubre su presencia por su olor fétido, es extremadamente tóxico. Es venenoso, aun en pequeña dosis, y el hombre que le aspira cae bruscamente, como si hubiera sido herido por una bala en medio del corazón. Por esto se da vulgarmente á este accidente el nombre de *plomo*. Las tracciones rítmicas de la lengua, las inhalaciones de oxígeno ó de cloro, hechas con gran prudencia, derramando un poco de vinagre sobre cloruro de cal, son lo más convenientes para combatir esta especie de envenenamiento.

26. Medios reveladores de los gases asfixiantes y explosivos en la atmósfera. — Teniendo el óxido de carbono la propiedad de reducir el ácido yódico anhidro, se puede usar esta reacción muy sensible para descubrir rastros de óxido de carbono en el aire de una habitación. Por medio de un aspirador, compuesto de un frasco lleno de agua provisto de una llave estrecha en su parte inferior, se hace pasar lentamente una corriente del aire que se ha de examinar á un tubo que contenga anhidrido yódico calentado á 80º por medio de una lámpara de alcohol. Si existen en el aire algunos rastros de óxido de carbono (1 por 500 000), el anhidrido yódico es más ó menos descompuesto y vapores de yodo pasan á un segundo tubo lleno de cloroformo al que dan un color de rosa más ó menos obscuro, según la cantidad de vapores. Usando unas tablas especialmente construídas para este objeto, se puede descubrir así, según la intensidad de la coloración rosa, los más débiles rastros de óxido de carbono esparcidos en la atmósfera. (Procedimiento de los señores Albert Lévy y Pécoul.)

Los canarios, muy sensibles á la acción tóxica del óxido de carbono, pueden servir de reactivos vivos para notar la presencia de este gas en un recinto cualquiera.

Auto-revelador y avisador de la presencia de gases asfixiantes ó explosivos en la atmósfera, de los señores Hauger y Pescheux. — Este ingenioso aparato se funda en la variación aparente del peso de un cuerpo sumergido en el aire puro, y después en una mezcla de aire y de un gas de densidad diferente (véase

el BAROSCOPIO. *Física* pág. 142.) Se equilibra en el aire atmosférico por medio de una tara en el platillo de una balanza ultra-sensible, un globo de vidrio ó de metal herméticamente cerrado, suspendido en la otra extremidad del fiel. Si se traslada en seguida este aparato á un medio recargado de gas carbónico más denso que el aire, el globo parecerá pesar menos, y el fiel de la balanza se levantará por su lado. Al contrario, en una atmósfera formada por gas del alumbrado menos denso que el aire, el globo parecerá pesar más y el fiel descenderá de su lado. Las inclinaciones del fiel, en uno ó en otro sentido, pueden así ser graduadas experimentalmente para indicar la presencia del gas carbónico, del óxido de carbono, del gas del alumbrado en el aire que se respira y la proporción en que se encuentran. Además, el fiel está dispuesto de manera que cierre el circuito de un timbre eléctrico al inclinarse y el aparato sirve así de avisador durante la noche.

27. **Humos.** — Los *humos*, mezclados con el aire, le hacen difícilmente respirable é irritante. Representan, sin embargo, el papel de antiséptico, porque encierran en bastante cantidad formol ó aldehido fórmico. A la presencia del formol en el humo del azúcar al arder hay que atribuir su acción desodorante. También es el formol el que desempeña un papel en la conservación de las carnes ahumadas. Por último, se sabe que una espiral de platino, calentada al rojo sobre la llama de una lámpara de alcohol metílico, permanece incandescente después de haber apagado la lámpara, solamente por efecto de los vapores alcohólicos que se desprenden. Entonces se produce formol, que purifica el aire y quita los malos olores, particularmente los debidos al humo del tabaco.

28. **Olores** — Los *olores* vivos de las flores pueden, especialmente en una habitación cerrada, provocar un malestar más ó menos grave caracterizado principalmente por vértigos y un fuerte dolor de cabeza. Las flores de azahar, de jeringuilla, de narciso, de acacia, etc , etc., son consideradas como entre las más peligrosas en este sentido Dícese que las flores del manzanillo esparcen un olor mortal.

Las partes verdes de los vegetales no pueden ser peligrosas sino durante la noche. Durante el día, el despren-

dimiento de oxigeno debido á la acción de la clorofila compensa con bastante ventaja la del gas carbónico que proviene de la respiración del vegetal.

Es igualmente muy malsano dormir en una habitación recién pintada en que las emanaciones de la esencia de trementina presentan los mismos inconvenientes y peligros que las de las flores.

29. Proximidad de los pantanos. — Nada es más insalubre que habitar en un lugar pantanoso, no sólo á causa de las numerosas enfermedades inherentes á la humedad, sino principalmente por la incesante exposición á las picaduras de los mosquitos, cuyas larvas acuáticas pululan sobre las charcas. Ahora bien; se sabe, después de los notables trabajos de M. Laveran, que las picaduras de los mosquitos son la principal y acaso la única causa de la inoculación del germen de las fiebres intermitentes y, en los países cálidos, de la fiebre amarilla. Se lucha contra los mosquitos : desecando los terrenos pantanosos con el drenaje y entregándolos enseguida á la agricultura; esparciendo en la superficie de las charcas una ligera capa de petróleo que mata las larvas.

Infección del aire.

30. Polvo y gérmenes contenidos en el aire. — Un haz de rayos solares, pasando á través de un vidrio, muestra la cantidad prodigiosa de polvo de todas clases esparcido en el aire. Entre estas partículas de polvo : unas son minerales (carbón, sílice, sales varias); otras, orgánicas (almidón, restos de maderas, de tejidos, etc.); otras, en fin, son vivas (gérmenes saprógenos y patógenos).

Algunas partículas minerales, las de cerusa, minio, arsénico, son muy tóxicas; pero las más peligrosas son indudablemente las de seres vivos, es decir, los microbios.

Los microbios disminuyen en número y aun acaban por desaparecer completamente del aire á unos 2 000 metros de altura y en alta mar. Menos numerosos en los campos, pululan en los centros muy habitados. Así, en medio de París, se cuentan unos 5 000 en cada metro cúbico de aire. El número de bacterias aéreas disminuye después de la

lluvia, que ha lavado el aire, para aumentar durante la sequía. Secas, se elevan entonces del suelo en mayor número, arrastradas por el viento.

El aire, que contiene los gérmenes de las principales fermentaciones, acética, láctica, butírica, pútrida, etc., puede transportar igualmente las bacterias patógenas de la tuberculosis, difteria, fiebres eruptivas (escarlatina, sarampión, viruela) y aun, principalmente en tiempo húmedo, de la fiebre tifoidea.

Debe evitarse cuidadosamente todos los nidos de polvo en una habitación dispuesta según las reglas de una buena higiene. Así, se reemplazarán las alfombras de lana por alfombras de linoleum, que pueden lavarse fácilmente, y los cortinajes gruesos, que forman los pabellones de camas ó cortinas de ventanas, se suprimirán en todas partes. Se los cambiará, solamente en las ventanas, por ligeras cortinillas de muselina ó de tela que fácilmente se puede lavar y mudar.

Para evitar que se mezclen con el aire polvos nocivos, se imponen dos reglas importantes de higiene :

1ª No quitar el polvo á los muebles con un plumero, sino limpiarlo con frotamiento lento y suave con un lienzo;

2ª No barrer los suelos, sino enjugarlos, ó mejor lavarlos, cuando es posible.

Uno de los medios más sencillos de filtrar el aire es hacerlo pasar á través de cierto espesor de algodón en rama.

31. Experimentos de Pasteur. — El descubrimiento hecho por Pasteur de la existencia, en el aire, de gérmenes capaces de desarrollarse, de dar origen á bacilos ó á infusorios — que se multiplican enseguida considerablemente cuando caen en un medio favorable á su desarrollo, como una infusión vegetal, un caldo ó una llaga, — ha causado una revolución completa en el arte de la Cirugía. Ha permitido emprender con éxito las operaciones más audaces, poniéndose, por medio de la *antisepsia* y de la *asepsia*, al abrigo del contacto de los gérmenes atmosféricos.

Pasteur demostró que las fermentaciones, de cualquier naturaleza que fueran (fermentaciones alcohólica, acética, butírica ó pútrida), no podían producirse en un líquido previamente purificado, por la ebullición, de los gérmenes que podía contener, y puesto enseguida al abrigo del con-

tacto del aire, ó no recibiendo sino un aire despojado de toda especie de gérmenes. Lo mismo en cuanto á la aparición de los infusorios en una infusión vegetal, de heno por ejemplo.

Habiendo introducido Pasteur en un globo de largo cuello afilado un líquido fácilmente putrescible, como caldo de vaca ó de ternera, lo hizo hervir durante una media hora para expulsar todo el aire del líquido y del globo. Después cerró á la lámpara el cuello del globo durante la ebullición. Asi preparado y encerrado, este caldo puede ser conservado indefinidamente sin la menor fermentación.

En lugar de cerrar á la lámpara el cuello del globo, Pasteur dejó llegar al globo aire que primero había pasado lentamente por un tubo en espiral de platino incandescente, de manera que quedasen destruidos todos los gérmenes contenidos en este aire, y no se produjo más la fermentación del caldo. Experimento memorable, que probaba que no era el aire el agente directo de las fermentaciones, sino los gérmeses que contenía.

Pasteur volvió á obtener el mismo resultado haciendo pasar aire por un tubo lleno de algodón de amianto, y aun algodón ordinario, el cual servía de filtro y retenía al paso los gérmenes.

En una infusión de heno hervida y puesta al abrigo del aire, no se verá aparecer ningún infusorio, mientras que pulularán al cabo de tres ó cuatro días, si se deja al aire libre acceso al frasco.

RESUMEN

I. El aire se hace irrespirable cuando la proporción de oxígeno baja de 15 por 100 y la del gas carbónico alcanza al 10 por 100. El enviciamiento de la atmósfera depende también de las materias orgánicas invisibles arrastradas por la espiración. Ellas son las que comunican también al aire confinado su mal olor.

II. El Consejo de Sanidad de París admite, como cubicación de aire necesaria para cada alumno en las escuelas, colegios y liceos 5 metros cúbicos en las clases; 14 metros cúbicos en los dormitorios.

III. La ventilación se hace naturalmente por las puertas y ventanas mal unidas y por las chimeneas cuya tapa debe estar constantemente abierta. Se la provoca: con corrientes de aire por medio de tubos que parten del techo de las salas que hay que ventilar y van á abrirse sobre los tejados; ó también por un tubo de estufa que caliente el aire contenido en otro tubo de albañilería, que le rodea y que comunica, por aberturas colocadas cerca del techo, con las diferentes piezas de los pisos de una casa. En las minas y túneles que se hallan en vías de perforacion, se ventila rechazando el aire á las galerías por medio de poderosas máquinas de vapor ó de trompas hidráulicas.

IV. La vida en un aire confinado es debilitante y predispone á la anemia y á la tuberculosis. La vida activa al aire libre es el remedio por excelencia contra la debilidad natural de la constitución y contra la tuberculosis incipiente.

V. La luz es tan necesaria á la vida como el aire libre. Como los vegetales, el hombre palidece y contrae la anemia viviendo en locales poco iluminados.

VI. Los vestidos de goma, impidiendo la transpiración evaporarse al exterior concentrándola sobre el cuerpo y en la ropa, exponen á los enfriamientos bruscos cuando se los retira. Son pues antihigiénicos.

VII. Los vestidos de franela, malos conductores del calor, son los mas convenientes para todos los climas. Blancos y flotantes, absorben la transpiración é impiden los enfriamientos bruscos en los países cálidos. Obscuros y ajustados, conservan la temperatura del cuerpo en las regiones frias. La tela de lino, bastante buena conductora del calor, es fria; el algodón es intermedio entre el lino y la franela.

VIII. Los vestidos de franela son, por excelencia, vestidos sportivos.

IX. La calefacción por chimeneas y por estufas de *mucho tiro* es higiénica á condición, en este último caso, de remediar la desecación del aire por medio de una vasija llena de agua colocada en la estufa y cuidar de que el hierro no llegue al rojo. Las estufas económicas de tiro reducido son antihigiénicas, porque pueden dejar desprenderse al exterior oxido de carbono que producen en gran cantidad. Los caloríferos de aire caliente son malos por el aire seco y lleno de partículas de polvo que envian. Por el contrario, los caloríferos de agua caliente ó vapor de agua son excelentes.

X. El mejor sistema de alumbrado es el de lámparas eléctricas de incandescencia.

XI. Los gases que pueden provocar la asfixia, cuando están mezclados con el aire, son el *gas carbónico*, no tóxico sino irrespirable; el *óxido de carbono*, verdadero veneno, que ocupa el lugar del oxígeno en la hemoglobina; el *gas del alumbrado*, especialmente tóxico por el óxido de carbono que contiene; el *ácido sulfhídrico*, muy tóxico que mata bruscamente, como si la víctima fuese herida por una bala, por lo que se da á este accidente el nombre de *plomo*, más particular á los que trabajan en letrinas y cloacas.

XII. La cercanía de los pantanos es muy peligrosa, no sólo por la humedad que ocasiona, sino principalmente porque expone á contraer las fiebres palúdicas. La inoculación del germen de estas fiebres, como el de la fiebre amarilla en los países cálidos, es producida por picaduras de mosquitos.

XIII. Se lucha contra los mosquitos : desecando, si es posible, las charcas y aguas estancadas; esparciendo en su superficie una delgada capa de petróleo, que mata las larvas; multiplicando los pescados rojos que las devoran; guarneciendo las ventanas de finas telas metálicas para impedirles entrar en las habitaciones, usando mosquiteros, etc.

XIV. El aire, tal como se le ve en un haz de rayos solares, está lleno de partículas de polvo *minerales* (carbono, sílice, sales varias); *orgánicas* (almidón, restos de vegetación y de tejidos diversos); *vivientes* (microbios y esporas). El aire contiene los gérmenes de las fermentaciones, acética, láctica, butírica, pútrida, etc., lo mismo que las bacterias patógenas de la tuberculosis, de la difteria y de las demás enfermedades infecciosas.

XV. El aire, en alta mar ó sobre las montañas á una altura de unos 2000 metros, es perfectamente puro y exento de microbios. En París encierra por lo menos 5000 microbios cada metro cúbico de aire.

XVI. Debe evitarse levantar el polvo y mezclarlo con el aire. No se le debe sacudir con un plumero, sino limpiarlo con un lienzo. Tampoco se debe barrer en seco, sino despues de haber humedecido el suelo con una aspersión de agua y haber echado serrín mojado. Aun así lo mejor es pasar un trapo humedecido por el pavimento ó lavarle cuando sea posible. Por la misma razón debe desterrarse de una habitación saneada las alfombras y cortinajes de lana.

XVII. Pasteur ha demostrado que el aire contiene los gérmenes que ocasionan las fermentaciones acética, alcohólica y pútrida, lo mismo que los de muchas enfermedades sépticas, como la infección purulenta, la septicemia, la podredumbre de ospital.

CAPÍTULO III

LOS ALIMENTOS[1]

Principales falsificaciones alimenticias. — Carnes sanas; peligros de las carnes putrefactas; botulismo. — Procedimientos de conservación de los alimentos. — Parásitos introducidos en el cuerpo humano por los alimentos (Cisticercos y Tenias, Lepra, Triquinas, Tuberculosis y Carbunco)

Principales falsificaciones alimenticias.

32 **Falsificación de la leche.** — La desnatación da á la leche un tinte azulado, y su densidad media de 1 030 se halla entonces ligeramente aumentada, pudiendo llegar á 1 035. A la inversa, si se añade agua á la leche, su densidad disminuye y llega á menos de 1 029. Se ve pues que la lechera puede defraudar desnatando la leche y añadiendo enseguida justamente la cantidad de agua necesaria pasa restablecer la densidad normal de 1 030. No hay, pues, completa seguridad de la pureza de la leche, al usar el *lacto-densimetro* (*fig.* 3), sino operando sobre leche que uno mismo haya desnatado, lo que exige unas doce horas de espera para que la totalidad de la nata haya podido subir y se la pueda quitar. La densidad de la leche desnatada[2] es de 1 033 á 1 036. Por eso los pesa-leches llevan generalmente dos graduaciones : una *amarilla* para la leche sin desnatar; otra *azul* para la leche desnatada.

Calculada á 15° la densidad normal de la leche, el pesa-leches lleva en su parte inferior un termómetro que marca la temperatura de la leche é indica lo que hay que añadir ó quitar á la cifra dada por el densimetro para obtener un resultado exacto. Así, supongamos que el pesa-leches se sumerge hasta el número 24, eso quiere decir que la den-

1. Para la división de los alimentos y la ración do entretenimiento, véasé pag. 30 y 108.

2. El lacto-densimetro está construido como un areómetro, sobre cuyo tallo se ha suprimido 1,0 de la cifa que indica la densidad. Asi, cuando el pesa-leches so sumerge en la leche hasta la graduación marcada 29 quire decir quo la densidad es 1,029

sidad de la leche que se examina es 1 024 y que encierra tres décimas ó 30 por 100 de agua añadida como se lee en el aparato. Pero si la temperatura de la leche es de 22°, hay que deducir 7 por 100, lo que está inscrito en la graduación à la izquierda del termómetro. La leche contiene, pues, exactamente 23 por 100 de agua añadida.



Fig. 3. *Lactodensimetro ó pesaleche.*

La mezcla de leche y agua es doblemente culpable : como fraude y por poder provocar enfermedades infecciosas, si se ha hecho con agua impura.

La adición de almidón à la leche aguada, para aumentar su densidad, se descubre fàcilmente : con el microscopio que permite reconocer los granos de almidón ó de fécula; mojando en la leche la madera de un fósforo impregnada de tintura de yodo. Si hay almidón, se ve entonces aparecer una coloración violàcea en lugar de una coloración amarilla. La adición de yeso puede descubrirse añadiendo à la leche una disolución de oxalato de potasio ó de amoniaco; entonces se forma un precipitado insoluble de oxalato de calcio.

Se tolera la adición de un gramo de bicarbonato de sodio por cada litro de leche que debe viajar, para impedirla cuajarse. El ácido láctico entonces es neutralizado à medida que se produce.

La leche, que puede provenir de vacas tuberculosas ó atacadas de otras enfermedades contagiosas, y la que ha recibido sustancias nocivas, *debe ser hervida ó esterilizada antes de usarla.*

Para esterilizar la leche de los niños de pecho, basta dejar durante media hora, en un baño-maria de agua hirviendo, cierto número de botellitas llenas de leche, que represente la que el niño tomará durante el día. Se cierran enseguida hermética-

mente por medio de tapones de caucho y no se destapan los frascos hasta el momento de usarlos. La ventaja de este sistema es que la leche no ha hervido; pero esta esterilización no es buena sino para veinticuatro horas, y todos los días se debe volver á empezar la operación. La esterilización en el autoclave, á 120°, es permanente, pero destruye, como la ebullición, la homogeneidad de la leche.

La *Manteca* se conserva tanto mejor cuanto más perfectamente lavada y exenta de suero se encuentre. Se la falsifica mezclándola con margarina, aceite ó grasa.

El *Queso*, muy nutritivo por la caseína que encierra, contiene fermentos especiales que activan y facilitan la digestión de las comidas.

El *Café* en grano va mezclado á menudo con granos averiados por el agua del mar, y aún, según parece, con granos de yeso de la forma y color de los del café. En cuanto á las hojas de *Té*, se las sustituye por otras hojas que no tienen relación alguna con las del precioso arbusto de China y Ceilán.

Los fraudes en las *Harinas* son muy numerosos. Se las mezcla principalmente con harinas averiadas y agrias, que dan al pan mal gusto; se les agrega almidón, que hace que el pan carezca de trabazón y se reduzca á migajas, por último, para aumentar el peso de las harinas, se las mezcla con creta, yeso, polvo de huesos, alumbre, etc.

Para la falsificación de las bebidas fermentadas, vino, cerveza, sidra, vino de peras, véase nuestro *Curso de Química*, pag. 504 y siguientes.

Intoxicación por las carnes putrefactas.

33. **Carnes sanas.** — Se da más particularmente el nombre de *carne* al tejido muscular de los mamíferos y de las aves que se destina á la alimentación. Una carne se llama *sana*, cuando no ha comenzado á sufrir la descomposición pútrida. Su olor *sui generis* es entonces bueno de respirar. Su color no se ha alterado. Su tejido no es blando ni difluente.

Para entregarla al consumo es necesario también que la carne no provenga de un animal enfermo, especialmente atacado de tuberculosis, de carbunco ó de peste bovina.

Intervienen en los mataderos inspectores encargados de

examinar las carnes, y en todas las reses sacrificadas, entregadas á su examen, los pulmones por lo menos deben quedar en la caja torácica.

34. Carnes putrefactas. — La ingestión de carnes corrompidas provoca á veces verdaderos envenenamientos, con vómitos, diarrea, enfriamiento de las extremidades y abatimiento considerable que puede llegar hasta la muerte.

La putrefacción de las carnes de consumo, de los cadáveres humanos, determina en efecto la formación espontánea de venenos, designados bajo el nombre de *ptomainas* (de la palabra griega πτόμαν, cadáver), de una extremada violencia, comparable á la de la aconitina, de la conicina, de la estricnina. Y aun hay aquí una causa de error en los infomes médicolegales, capaz de hacer condenar á un inocente.

La carne pasada no es, pues, tolerable en la cocina sino cuando no llega hasta la descomposición pútrida.

Los embutidos, chorizos, salchichas, morcillas, en descomposición, la caza demasiado pasada, é insuficientemente cocida, las conservas de carne en mal estado, los pescados, los crustáceos, los mariscos demasiado adelantados, determinan los mismos fenómenos de envenenamiento, pero acompañados de erupciones cutáneas, análogas á la urticaria.

La ingestión de los vibriones, que provienen de carnes en putrefacción insuficientemente cocidas, como las carnes asadas, por ejemplo, es sumamente peligrosa. Consecuencia de ello son á veces fenómenos mórbidos que simulan la fiebre tifoidea y pueden causar muchas víctimas en una misma familia.

He sido testigo, en M..., pequeña ciudad de Normandía, de un terrible accidente de este género Por economía, la dueña de la casa había comprado una pierna de carnero procedente de Australia ó de América y conservada en aparatos frigoríficos. La carne, aunque averiada y comenzando á descomponerse, no dejó de ser servida en la comida de familia; hasta el ama de llaves llevó de ella para sus hijos. Todos cayeron gravísimamente enfermos con síntomas tíficos. El padre y una hija murieron, lo mismo que los dos hijos del ama de llaves.

No era raro igualmente, hace algunos años leer en los

periódicos la descripción de fenómenos de envenenamiento entre los soldados, á consecuencia del uso de carnes averiadas que carniceros sin escrúpulo no temian vender á la tropa. Castigos severos justamente infligidos á estos criminales comerciantes han hecho disminuir singularmente su número.

El **Botulismo** (de *botula*, salchicha) es una indisposición más ó menos grave, especialmente frecuente en Alemania, que proviene de la ingestión de jamones ó salchichas averiadas y comidas más ó menos crudas.

35. **Conservación de las sustancias alimenticias.** — Consérvanse las carnes, los pescados y los vegetales comestibles por medio de la cocción previa y la privación del aire. Después de haberlos sometido, por la cocción, á una temperatura elevada, capaz de destruir los gérmenes de vibriones, se introducen en cajas de hoja de lata, que se llenan enteramente, cuya tapa se suelda herméticamente, manteniéndolas enseguida, durante una hora próximamente, en un baño de agua hirviendo (*procedimiento Appert*). Privadas así de aire y de los gérmenes necesarios á la fermentación pútrida, estas materias pueden conservar durante mucho tiempo sus cualidades comestibles, pero no sin perder, especialmente las legumbres, algo de su sabor primitivo.

Por medio de la refrigeración, en cámaras cerradas, mantenidas á una temperatura de 5° á 6° bajo cero, se puede fácilmente conservar fresca la carne de animales, sacrificados en la América del sur ó en la Australia, durante un mes y más aún, tiempo necesario para transportarlos á Europa. Pero debe consumirse estas carnes poco tiempo después de su salida de la cámara fría, porque, al volver á la temperatura ambiente, son inmediatamente atacadas por los microbios que contenian, hasta entonces inactivos, y se echan á perder con mucha rapidez.

Los otros medios menos perfectos de conservación son el *ahumado*, la *salazón* y la *desecación*

Parásitos introducidos en el cuerpo humano por las carnes.

36. **Cisticercos y tenias.** — Los cerdos están sujetos á una enfermedad llamada lepra, caracterizada por la presencia en los músculos, hígado, bazo y particularmente en

el tejido celulo-adiposo subcutáneo, de *Cisticercos* ó pequeñas vesiculas, que encierran un gusano blanco, constituido por la cabeza de una Tenia (fig. 4). Como un cerdo leproso tiene, generalmente vesiculas bajo el frenillo de la lengua, es costumbre en los mercados examinar la parte inferior de la lengua de estos animales destinados al consumo. Esto es lo que hacen los *observadores de la lengua de los puercos.*



Fig. 4 *Cisticerco aumentado.* *a.* Cabeza de tenia. — *c.* Vesicula.

Si los cerdos han contraido la lepra absorbiendo en el agua ó en la hierba de los prados recién estercolados huevos de tenias arrojados con las deyecciones humanas, el hombre, á su vez, absorbe la tenia ó lombric solitaria, al hacer uso de la carne insuficientemente cocida de un cerdo leproso. Un cisticerco se detiene en el intestino, se vuelve como el dedo de un guante (*fig.* 5), y la cabeza de la tenia, que queda libre de este modo, se agarra á la mucosa, se seca su vesícula, y comienza á desarrollarse la larga serie de sus anillos.

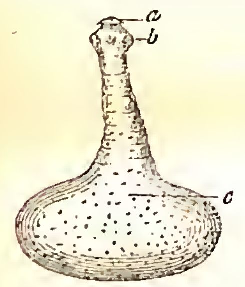


Fig 5 *Cisticerco desarrollado*

a. Ganchos de la cabeza de tenia. — *b.* Ventosas. — *c.* Vesicula.

Como los cisticercos quedan destruidos á una temperatura de 60° á 70°, no hay más que cocer bien la carne de cerdo, para evitar esa lombriz solitaria, llamada **tenia armada** (*fig.* 178, *Zool.*) porque su cabeza, ó *pico,* lleva una *corona* de ganchos y ventosas con las que se fija en el intestino.

El uso de la carne cruda de vaca y aun de carnero da lugar con menos frecuencia al nacimiento de la solitaria. Tales animales pueden tener igualmente cisticercos en su carne. La cabeza de la tenia que de ellos proviene no lleva ganchos; se la llama *inerme*, sin armas.

37. Triquinas. — La *triquinosis* es una enfermedad parasitaria transmitida al hombre por el cerdo que la contrae generalmente de la rata.

Las *triquinas* (*fig.* 6) son gusanillos excesivamente delgados, de uno á dos milímetros de longitud, arrollados sobre sí mismos, é inmovilizados en una pequeña vesícula llamada *quiste*. Las triquinas se observan generalmente en las carnes y músculos de los cerdos en forma de manchitas parduscas del grueso de un grano de mijo.



Fig. 6. *Triquinas enquistadas en la carne muscular del puerco.*

Cuando se come la carne cruda ó insuficientemente cocida de un animal infestado de triquinas, llegan las vesículas al estómago donde no tardan en romperse. Las triquinas, puestas en libertad, recobran su actividad y, vivíparas, dan origen en algunos días á millares de crías. Estas pequeñas triquinas, mucho más delgadas que un cabello, pasan á través de las paredes intestinales y se esparcen por todo el cuerpo, yendo á alojarse con preferencia en el espesor del tejido muscular, del que se alimentan. Después, al cabo de cierto tiempo, se enquistan y se hacen inofensivas.

La invasión del cuerpo por las triquinas está, pues, caracterizada al principio por turbaciones gastro-intestinales que simulan la fiebre tifoidea; después por fenómenos diversos, calambres, y especialmente atrofia muscular que determina una debilidad considerable.

Si la muerte no es causada por la gravedad de los síntomas, la curación resulta del enquistamiento de las triquinas.

38. Distoma hepático. — El *distoma del hígado*, bastante parecido á una hojita blanquecina de tres á cuatro centímetros de longitud por un centímetro de anchura, presenta dos ventosas de fijación bucal y ventral. Es frecuente sobre todo en los carneros, en quienes se localiza y pulula por las vías biliarias, determinando una enfermedad mortal, conocida bajo el nombre de *Caquexia acuosa*, porque principalmente la contraen dichos animales al pacer en prados pantanosos. La larva es, en efecto, acuática; pasa un

período de su desarrollo fijándose sobre pequeños moluscos de agua dulce. Muy raro en el hombre, el distoma hepático puede provocar accidentes mortales.

39. **Tuberculosis y Carbunco.** — En el capítulo consagrado á las afecciones contagiosas insistiremos sobre la transmisión de la tuberculosis, por la carne insuficientemente cocida de bóvidos ó aves tuberculosas; del carbunco, por la carne de carneros muertos de esa enfermedad, que se llama aún *sangre de bazo*, á causa del color obscuro que toma la sangre.

RESUMEN

I. Las principales falsificaciones de la leche son la *desnatación* y la *mezcla con agua*, que se descubre con el *pesa-leche*. La adición de yeso ó de almidón se reconoce con el microscopio y, en el último caso, por medio de la tintura de yodo, que da una coloración violácea en lugar de un tinte amarillo.

II. Se esteriliza la leche teniéndola unos treinta minutos en un baño-maría de agua hirviendo. Esta esterilización, preferible á la del autoclave, no es buena sino durante veinticuatro horas. Los frascos que contienen la leche se cierran herméticamente.

III. La leche que proviene de una vaca tuberculosa debe considerarse como capaz de transmitir la tuberculosis.

IV. No se debe usar más que leche hervida ó esterilizada.

V. La ingestión de carnes, que comienzan á pudrirse y están insuficientemente cocidas, puede dar lugar á accidentes mortales que recuerdan los síntomas de la fiebre tifoidea.

VI. La putrefacción de las carnes muertas produce *ptomainas*, venenos tan violentos como la estricnina ó la aconitina.

VII. Se llama *Botulismo* los accidentes provocados por la ingestión de jamones y salchichas averiados ó insuficientemente cocidos.

VIII. Los principales parásitos transmitidos al hombre por la carne de los animales son la *Tenia armada*, procedente del consumo de carne insuficientemente cocida de cerdos *leprosos* atacados de gusanos vesiculosos, llamados *Cisticercos*); la *Tenia no armada* ó *inerme*, que proviene de la ingestión de carne cruda de vaca; las *Triquinas*, comunicadas también por la carne de cerdos triquinados, cruda ó insuficientemente cocida.

CAPÍTULO IV

ALCOHOLISMO

Toxicidad de los diversos alcoholes. — Acción del alcohol en el organismo. — Alcoholismo agudo (embriaguez) y alcoholismo crónico. — Lesiones y turbaciones orgánicas producidas por el uso permanente del aguardiente, aun en pequeña dosis. — *Absintismo* (Uso del ajenjo). — Herencia. — Criminalidad. — Suicidios — Tuberculosis y alcoholismo. — Lo que cuesta el alcoholismo. — Medios de combatir el alcoholismo.

Toxicidad de los diversos alcoholes.

40. **División de las bebidas.** — Al tratar de los alimentos hemos visto en el capítulo de la digestión (pág. 31) que se dividen las bebidas en cuatro clases :

1ª Las **bebidas acuosas** (*Agua, Infusión de Té y de Café*);

2ª Las **bebidas fermentadas** llamadas higiénicas (*Vino, Cerveza y Sidra*);

3ª Las **bebidas destiladas** (*Aguardientes*);

4ª Las **bebidas destiladas añadiéndoles esencias** (*Ajenjo, Amargos varios, Chartreuse*, etc.).

No nos ocuparemos aquí sino en los efectos deplorables producidos en el organismo por los dos últimos grupos de bebidas y licores. Entiéndase bien, no obstante, que el abuso del vino, de la cerveza ó de la sidra puede llegar á ser sumamente perjudicial por las cantidades de alcohol y de principios aromáticos ó esencias que contienen estas bebidas.

41. **Toxicidad de los diversos alcoholes.** — Se mide la toxicidad de los alcoholes por los efectos que producen, inyectándolos, en cantidad exactamente determinada, por medio de la jeringa de Pravaz, en el tejido celular subcutáneo de conejos de Indias, conejos, perros ó cerdos. Así se ha llegado á las conclusiones siguientes hoy generalmente adoptadas :

1ª El alcohol menos tóxico es el alcohol etílico ó de vino. Los aguardientes de vino son un poco más tóxicos que el alcohol etílico, en igualdad de cantidad y de grado, á causa

de los éteres que encierran, que les dan su gusto particular. A este propósito el Dr. Daremberg ha hecho observar que los afamados *fine champagne* son mucho más tóxicos que los aguardientes ordinarios bien rectificados.

2ª La mayor ó menor toxicidad de un aguardiente resulta de la manera como ha sido rectificado. Perfectamente rectificados, los aguardientes de orujo, de sidra y aun los alcoholes industriales apenas son más peligrosos que el alcohol de vino.

3ª Mal rectificados, los alcoholes superiores ó industriales, así llamados porque su punto de ebullición es superior á 100º, tales como el *alcohol butílico* ó de remolacha, el *alcohol amílico* ó de patata, el *gin* ó alcohol de granos, son sumamente tóxicos.

4ª El peligro de los alcoholes baratos, á pesar del impuesto considerable que pesa sobre el alcohol, resulta de que están fabricados, las más veces, con alcoholes industriales mal rectificados.

5ª Las esencias, particularmente las esencias de ajenjo, de hinojo y de anís son mucho más tóxicas que los alcoholes, y en los animales en que han sido inyectadas, provocan antes de la muerte las más violentas convulsiones.

Así 10 gr. de esencia de ajenjo, inyectados bajo la piel de un perro de unos 15 kilogramos, le matan después de horribles convulsiones : unos 40 gr. de alcohol amílico ó butílico se necesitan para obtener el mismo resultado; mientras que hay que emplear lo menos 150 gr. de aguardiente ordinario para causar la muerte á un perro del mismo peso.

42. Acción general del alcohol sobre el organismo. — El alcohol introducido en el organismo, penetra en la sangre y se oxida á expensas de la oxihemoglobina, para transformarse en ácido acético, el cual, continuando su oxidación, acaba por transformarse en agua y gas carbónico, que son eliminados por la respiración. La desoxidación de la sangre por el alcohol es la causa de *mayor lentitud general de la nutrición* y de un descenso de la temperatura central.

Veremos, en efecto, que las lesiones anatómicas del alcoholismo crónico consisten sobre todo en degeneraciones grasas que son el resultado de una asimilación imperfecta que trae consigo la producción de vesículas adiposas en

lugar de la formación de células, elementos esenciales de los tejidos.

Arrastrado por la circulación de la sangre, el alcohol llega pronto á los centros nerviosos antes de su oxidación completa, obra como un verdadero veneno, y determina fenómenos de excitación (locuacidad y alegría exageradas), seguidas bien pronto de fenómenos de postración. Tales son las diferentes fases de la embriaguez aguda.

43. Alcoholismo agudo y alcoholismo crónico. — Sólo diremos algunas palabras de la *embriaguez* pasajera, ó crisis de alcoholismo agudo que sobreviene á consecuencia de libaciones demasiado copiosas de vino y de alcohol. La embriaguez comienza por un período de excitación cerebral, que aumenta gradualmente, ocasionando poco á poco torpeza en el lenguaje y pérdida de la razón, así como accesos de furor y de enternecimiento. El ebrio cae después en un sueño profundo, para despertarse al día siguiente en el mismo sitio ó en su casa con un fuerte dolor de cabeza y un recuerdo más ó menos vago, y á veces nulo, de lo que sucedió la víspera. Si la crisis de embriaguez no se reproduce, es accidental, ó si hay mucho espacio entre los accesos, siendo la sobriedad la regla habitual de vida, el alcohol ingerido en exceso es completamente eliminado, y el organismo sólo experimenta los efectos de un recargo pasajero.

Las crisis distanciadas de embriaguez son mucho menos peligrosas que el alcoholismo crónico, que no produce la embriaguez, pero mantiene el organismo bajo la nociva influencia permanente del alcohol. Pequeñas cantidades de alcohol, ingeridas todos los días, pueden bastar para producir á la larga los síntomas y degradaciones orgánicas del alcoholismo crónico. Vamos á estudiar ahora la acción nociva del alcohol sobre los diferentes sistemas orgánicos.

44. Acción del alcohol sobre el sistema nervioso. — Progresivamente, la inteligencia y especialmente la memoria se debilitan, y al cabo de algunos años el alcohólico se hace inhábil para su trabajo, y aun se ve obligado á dejerlo por completo.

El temblor de la mano y de los dedos es una de las mejores señales del alcoholismo crónico. Basta, para desen-

mascararle, hacer extender los brazos, estando separados los dedos de la mano Los temblores, en los alcohólicos inveterados, pueden extenderse á los dos brazos y aun á los miembros inferiores, haciendo así imposible todo trabajo. No se debe olvidar, sin embargo, que los temblores tienen muchas veces origen distinto del alcoholismo El médico debe investigar la existencia de otros síntomas concomitantes y examinar bien la naturaleza del temblor antes de pronunciarse sobre su etiología de un modo categórico.

También pueden ser resultado del alcoholismo crónico síntomas de parálisis general que comienzan por un embarazo de palabra y temblor de la lengua, crisis análogas á los ataques de epilepsia.

Son también frecuentes la falta de sueño, ensueños y alucinaciones. El alcohólico cree ver animales que corren en su habitación, sobre su cama, y que le amenazan Su espíritu se vuelve melancólico, se cree perseguito, se enfurece con facilidad, y al fin llega la locura, locura furiosa ó delirio persecutorio, más peligroso todavía, porque conduce al crimen ó al suicidio, frecuente en los alcohólicos.

No son raras en el alcohólico inveterado crisis de delirio más ó menos furioso, acompañado de un temblor generalizado (*delirium tremens*), especialmente á consecuencia de una herida que le obligue á guardar cama. No se debe entonces suprimir bruscamente el alcohol al enfermo, y las inyecciones subcutáneas de morfina constituyen el mejor tratamiento.

La costumbre de beber concluye por dar al rostro aspecto de bestia. El alcohólico inveterado tiene los ojos enrojecidos, la nariz y los pómulos encendidos, aspecto embrutecido que representa más edad de la que tiene.

45. **Acción del alcohol sobre el tubo digestivo y sus anejos.** — El alcohol irrita directamente, por acción de contacto, el tubo digestivo. Por eso, las flemas, vómito de mucosidad estomacal, al despestar, juntamente con una sensación de malestar indefinible, es un síntoma frecuente de la irritación de la mucosa estomacal provocada por la ingestión del alcohol

La lengua, roja, gruesa, con fisuras, ha perdido más ó menos el sentido del gusto, la faringe, tapizada de gruesas

granulaciones rojizas, da á la voz un timbre ronco y acanalado (voz rasgada de los bebedores de profesión).

La mucosa del estómago está enrojecida é hipertrofiada, sus glándulas tumefactas segregan en abundancia una mucosidad filamentosa, blanquecina, que se evacua por las flemas matutinas. En los casos más inveterados prodúcense ulceraciones que pueden ser causa de vómitos de sangre, llamados *hematemesis*. En la autopsia, se observa entonces alteraciones análogas en la mucosa intestinal.

El hígado se hace grueso, voluminoso, sufre la *degeneración grasosa*. El *hígado craso* (*foie gras*) es uno de los efectos de la lentitud de la nutrición causada por el alcohol. En otros casos, especialmente entre los grandes bebedores de vino, el hígado sufre una degeneración fibrosa, disminuye notablemente de volumen, se transforma en una masa blanquecina y dura, que ahoga y hace desaparecer los lóbulos hepáticos. Tal es la *Cirrosis hepática* que conduce á la muerte por hidropesía.

46. Acción del alcohol en las vías respiratorias. — El alcohol produce en la laringe alteraciones análogas á las de la faringe, que ocasionan la ronquera de la voz. El enfisema ó dilatación de las vesículas pulmonares, la bronquitis crónica con expectoración abundante, el asma, no son raras entre los alcohólicos. Pero lo más grave es que el hábito inveterado del alcohol es la causa que predispone más eficazmente para contraer la tuberculosis pulmonar.

47. Acción del alcohol en los riñones. — Al eliminarse el alcohol en pequeña parte por los riñones, provoca á la larga la inflamación de los canalillos uriníferos. Así produce nefritis, caracterizadas por albuminuria, hidropesía y ataques de uremia muchas veces mortales.

48. Acción del alcohol en el corazón y en los vasos. — Las lesiones son aquí el resultado de la lentitud general de la nutrición, debido á la ingestión permanente del alcohol. El corazón sufre la degeneración grasosa y se hipertrofia. Grasoso y distendido por la sangre, este órgano se hace poco á poco incapaz de cumplir su función fisiológica; de donde proviene la producción de la hidropesía generalizada en los miembros inferiores, en las cavidades abdominal y

torácica, acabando por ocasionar la muerte por ahogamiento

Las arterias, y principalmente las arteriolas, sufren igualmente la misma degeneración orgánica en ciertos puestos de su pared músculo-elástica. Esta túnica, haciéndose demasiado débil, se deja distender por el choque de la sangre y se produce una bolsa aneurismática. Los pequeños aneurismas de las arteriolas del cerebro ocasionan al romperse, hemorragias cerebrales que pueden ser rápidamente mortales, ó, si son ligeras, provocan una parálisis más ó menos completa de la mitad del cuerpo opuesta al lado en que tienen su asiento (*Hemiplegia*). La rotura de los aneurismas de las arteriolas pulmonares da lugar igualmente á hemorragias ó *infartos pulmonares*, que son causa frecuente de muerte súbita entre los alcohólicos.

El alcoholismo es también una de las causas de la *arterio-esclerosis*, ó endurecimiento, por degeneración fibrosa, de la túnica media de las arterias.

49 Herencia. — El alcohólico es doblemente culpable, por ser desde luego la principal causa de su degeneración orgánica, de su degradación moral; pero más aún porque transmite á sus descendientes por herencia las pérdidas orgánicas, que él mismo se ha creado. Los hijos de alcohólicos son frecuentemente de inteligencia mediocre é inclinados á la bebida. Otros son atacados de temblores precoces, y más ó menos idiotas y cretinos. En fin, estas pobres criaturas están particularmente predispuestas á contraer el germen de la tuberculosis, y sujetos á la epilepsia

50. Criminalidad y Suicidios — El setenta ú ochenta por ciento de los ladrones y criminales son alcohólicos. Esta estadística es desgraciadamente muy elocuente por sí misma, para insistir sobre ello. Ya hemos señalado, á propósito de alteraciones del sistema nervioso, la propensión marcada del alcohólico al suicidio.

51. Absintismo. — Se llama *absintismo* la intoxicación por las esencias de ajenjo, hinojo y anís contenidas en el licor mortal denominado absinto ó *Ajenjo*. El abuso del ajenjo produce turbaciones comparables á las del alcoho-

lismo, pero más violentas aún. El delirio furioso, el empeño irresistible de batirse y de matar, son sobre todo característicos de esta intoxicación. Las crisis epileptiformes se manifiestan antes en el absintismo que en el alcoholismo propiamente dicho. La fabricación, importación y venta del ajenjo acaban de ser formal y juiciosamente prohibidas en Bélgica por la Cámara de diputados. El abuso excesivo de *bitters* y de bebidas amargas de toda clase, aun del *Chartreuse*, puede producir desórdenes análogos.

52. **Lo que cuesta el alcoholismo al Estado.** — Si el Estado gana por una parte por los justos y pesados impuestos de los alcoholes, el ajenjo y otros licores, pierde más por otra parte, pierde más por los gastos que le imponen los diferentes crímenes atribuídos al alcohol.

La enfermedad y la miseria son las consecuencias forzosas del alcoholismo en la clase obrera, de donde resulta: por una parte la disminución de la producción nacional por la incapacidad más ó menos completa de los obreros alcohólicos; por otra parte gastos de asistencia pecuniaria y de hospitalización para estos desgraciados; para los enfermos en los hospitales, para los locos en los asilos de alienados, para los ladrones y criminales en las mazmorras y prisiones.

53. **Medios de combatir el alcoholismo.** — Los mejores medios de combatir el alcoholismo serían la reglamentación severa del comercio de aguardientes, y mejor aún el monopolio en beneficio del Estado, la supresión completa del tráfico del ajenjo como en Bélgica, la limitación del número de despachos para la venta. Como estas medidas restrictivas é impopulares parecen inaplicables en Francia, puede procederse por medios menos eficaces, pero útiles también, y cuya acción permanente concluirá por producir, como ya se ha probado, resultados satisfactorios. Tales son :

Rebaja de *gravamen á las bebidas higiénicas* (vino, cerveza, sidra, perada, hidromiel) poniéndolas al alcance de todas las fortunas.

Aumento considerable de impuestos sobre los alcoholes y licores, medida poco eficaz, porque los especuladores ó

expendedores dan á bajo precio alcoholes industriales mal rectificados.

Elevación de la patente de los establecimientos de bebidas.

Aplicación rigurosa de la ley de 23 de enero de 1873 (en Francia), cuyo fin es reprimir la embriaguez pública y combatir los progresos del alcoholismo.

Sociedades de templanza, predicando con el ejemplo, obligándose sus miembros á no hacer uso de bebidas destiladas, siendo las principales :

Liga nacional contra el alcoholismo ;

Unión francesa antialcohólica ;

Asociación de la juventud francesa de templanza ;

RESUMEN

I. La mayor ó menor toxicidad de un alcohol resulta del procedimiento empleado en su rectificación. El alcohol etílico, ó de vino, aunque perjudicial, es el menos tóxico de los alcoholes.

II. Son frecuentemente muy tóxicos los alcoholes mal rectificados, los industriales (*alcohol butílico* ó de remolacha, *alcohol amílico* ó de patata, el *gin*, alcohol de cereales).

III. El ajenjo es la más tóxica de las bebidas destiladas adicionadas de esencias (bitters, amargos y chartreuse).

IV. El alcohol, desoxidando la sangre, es causa de una disminución general de la nutrición, acompañada de un descenso de la temperatura central. Las lesiones anatómicas determinadas por el alcoholismo son, pues, sobre todo degeneraciones grasientas, resultado de una asimilación incompleta y de la formación de vesículas adiposas en lugar de células normales.

V. El alcoholismo *agudo*, ó *embriaguez*, no deja rastro alguno, si no es repetido.

VI. El alcoholismo crónico, resulta de la intoxicación diaria del organismo, aún por pequeñas dosis de alcohol. Las más veces el alcoholismo crónico se produce sin crisis de embriaguez.

VII. La intoxicación por el alcohol se hace sentir :

Sobre el sistema nervioso (disminución de la inteligencia, pérdida de la memoria, temblores, insomnio, sueños, y más particularmente visiones de animales, parálisis general, crisis epileptiformes, *delirium tremens* ;

Sobre el tubo digestivo (flemas matinales, rubicundez y espesamiento de la lengua, granulaciones de la faringe, inflamación crónica y ulceraciones del estómago y del intestino, degenera-

ción grasienta y cirrosa, y degeneración fibrosa del hígado);

Sobre las vías respiratorias (ronquera de la voz, predisposición á la tisis pulmonar);

Sobre los riñones (nefritis, albumminuria y uremia);

Sobre el corazon y vasos sanguíneos (hipertrofía y degeneración grasa del corazón, aneurismas, especialmente en las arteriolas del cerebro determinando hemorragias cerebrales mortales, ó con hemiplegia, aneurismas en las arteriolas pulmonares pudiendo provocar la muerte súbita por infartos ó embolias).

VIII. El alcoholico transmite sus pérdidas por herencia. Los hijos de alcoholico son frecuentemente rudos, inclinados á la bebida, más ó menos idiotas y cretinos, sobre todo predispuestos á la tuberculosis y á la epilepsia.

IX. La mayor parte de los ladrones, criminales y suicidas son alcohólicos.

X. El *Absintismo* es más terrible aún que el alcoholismo. Esta intoxicación ocasiona desde luego el delirio furioso, las crisis epileptiformes, inclinacion al crimen y al suicidio.

XI. La enfermedad, la miseria, la locura, el crimen, siendo las consecuencias ordinarias del alcoholismo, imponen al Estado enormes gastos de asistencia pecuniaria, de hospitalidad y de internado en las casas de alienados, en las prisiones, y en las mazmorras.

XII. Los medios de luchar en Francia contra el alcoholismo son : la rebaja de impuestos á las bebidas llamadas *higiénicas* (Vino, Cerveza, Sidra y Perada); el aumento considerable de impuesto sobre los alcoholes y licores; la elevación de la patente á los expendedores, y la limitacion de su número; la aplicación rigurosa de la ley de 23 Enero 1873, tendiendo á reprimir la embriaguez pùblica y á combatir los progresos del alcoholismo; en fin y sobre todo la accion de las sociedades de templanza, y la propaganda antialcohólica bajo todas sus formas (conferencias, libros, carteles, imágenes, etc.).

CAPÍTULO V

MICROBIOS Ó BACTERIAS

Microbios ó bacterias. — Reproducción de bacterias. — Toxinas. — Vacunas y sueros. — Técnica del cultivo y examen microscópico de las Bacterias.

Microbios y elementos de Microbiología.

54. Microbios. — Los *microbios* son organismos vegetales unicelulares, de muy pequeña dimensión, algunas milésimas de milímetro, de la clase de algas y hongos, formados de protoplasma sin clorofila ni envoltura aparente. Viven parásitos sobre sustancias orgánicas, á expensas de las que se nutren y multiplican, llamadas *medios de cultivo*, sobre las cuales han sido sembradas, y que descomponen y transforman. Por su forma se les divide en tres grupos :

1º Los *micrococos* — palabra derivada del griego, que significa *pequeño grano* — en forma de granos redondeados, separados ó reunidos en rosario (ejemplo : los *Streptococos* en rosario del pus y de la erisipela; los *Pneumococos* de la pulmonía; los *Sarcinos* ó granos de protoplasma, agrupados en masa cúbica, frecuentes en el catarro del estómago;

2º Los *spirochetos* ó *spirillus*, muy móviles, con muchas vueltas de espira (ejemplo : el spirillus de la fiebre recurrente [1] transmitida en Rusia, Irlanda, y el Canadá por picaduras de pulgas ó chinches;

3º *Bacterias*, *Bacteridios* ó *Bacilos*, teniendo la forma alargada de un pequeño bastón de algunas milésimas de milímetro de longitud, una milésima ó media milésima de milímetro de anchura, que son las más importantes y de las cuales únicamente trataremos.

1. Fiebre recurrente. — Enfermedad infecciosa del género tifico que se ceba preferentemente en las agrupaciones de gente pobre, caracterizada por dos ó tres accesos de fiebre muy alta, que dura algunos dias, y separados unos de otros por un corto periodo de convalecencia aparente

55. Modo de reproducción de las Bacterias. — Las *Bacterias* se reproducen por *escisiparidad*, es decir, cortándose en dos, desdoblándose con gran rapidez, cuando están en plena actividad, cuando acaban de ser sembradas en una materia orgánica ó en un ser viviente. Pero, cuando transforman la materia orgánica, ó matan el ser viviente, su actividad disminuye antes de extinguirse completamente, y entonces producen *Esporas* ó granos de envoltura muy resistente, poco alterable, y pudiendo resistir temperaturas de 60°. Mientras que las bacterias empiezan á disminuir de actividad á partir de 30° á 40° hasta que mueren á 60°, se necesita en el agua 90° durante media hora para destruir las esporas, y al estado seco en la estufa, una temperatura de 110° á 120°.

Las esporas son en extremo temibles, porque, verdaderos granos microscópicos, son susceptibles de permanecer durante mucho tiempo en estado de vida latente sobre la superficie del suelo donde animales muertos de carbunco, por ejemplo, han sido enterrados. Basta entonces que estas esporas sean tragadas por un cordero para que el animal perezca de carbunco.

56. Acción local y toxinas. — Las bacterias, siendo parásitas, viven á expensas de los tejidos en órganos sobre los cuales se multiplican y los alteran, produciendo lesiones diversas, como inflamación, supuración, gangrena, etc.

Las bacterias, pues, empiezan por ejercer *una acción nociva local* (ejemplo : las falsas membranas de la garganta y de la laringe en la difteria; las ulceraciones de la última porción del intestino delgado en la fiebre tifoidea ; del intestino grueso en la disentería, la gangrena más ó menos extendida de la piel en el antrax maligno, el flemón difuso, la pústula maligna)

Pero, después de un tiempo variable, las bacterias segregan verdaderos venenos solubles *ó toxinas*, que, transportadas por la sangre, infestan el organismo entero, le emponzoñan y acarrean la muerte, tal es la *infección general*

57. Examen microscópico y división de las bacterias. — Siendo las bacterias incoloras, é infinitamente pequeñas, es preciso colorearlas y servirse de microscopios potentes

con un aumento de 800 á 1 000 veces en diámetro, para distinguirlas. El azul de metileno ó de anilina y el carmín son los colorantes generalmente adoptados.

Las cuatro clases principales de bacterias son : las bacterias *Zimógenas*, *Saprógenas*, *Cromógenas* y *Patógenas*.

1° **Las bacterias zimógenas** producen fermentaciones; tales son : el *bacilo láctico*, que altera la leche determinando la formación de ácido láctico; el *bacilo amylobacter* (fig. 7) causa del enranciamiento de la manteca y el queso, provocando la formación de ácido butírico. Incluiremos



Fig. 7. *Bacilo amylobactèr*

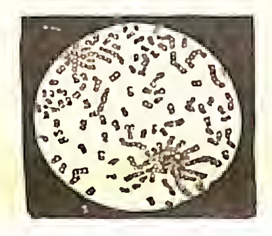


Fig. 8. *Madre del vinagre*

en estas bacterias las células de la *Madre del vinagre* (fig. 8) que oxidan y acetifican el alcohol.

2° **Las bacterias saprógenas** provocan la putrefacción. Estas son los *Vibriones* ó bacterias movibles;

3° **Las bacterias cromógenas** ó colorantes (ejemplo : los bacilos de la leche, de la supuración y del sudor.

4° **Las bacterias patógenas** indicadas por el ilustre Pasteur como causa de enfermedades epidémicas y contagiosas. Gracias á él muchos operados se han puesto al abrigo de complicaciones mortales de las heridas por la *Antisepsia* [1] y la *Asepsia*. Gracias á él, que ha sido el iniciador contra la rabia, ha sido felizmente instituido el tratamiento por las inyecciones subcutáneas de vacunas y sueros : contra la difteria, por los Doctores Behring y Roux; contra el tétanos, por Behring y Kitasato; contra la peste por Yersin; contra el cólera por Haffkine; contra la

1. Se entiende : por *Antisepsia* el empleo en las curas, de sustancias á propósito para destruir los microbios (Yodoformo, Sublimado, Fenol, etc , etc.); por *Asepsia* el empleo de sustancias inertes pero absolutamente desprovistas de gérmenes por la ebullición ó la estancia en una estufa calentada á 120°, y conservadas inmediatamente al abrigo del contacto del aire.

mordedura de serpientes venenosas por Calmette, de Lila.

La via nueva está trazada y esperamos que bien pronto se descubrirán nuevos sueros ó vacunas propias para hacernos inmunes contra todas las enfermedades infecciosas ó para combatirlas. Behring y Calmette han llegado ya á inmunizar los bovidos contra la tuberculosis haciendo absorber á los terneros, por las vias digestivas, preparaciones con base de bacilos tuberculosos muertos y esperan aplicar su descubrimiento á la especie humana. Chantemesse trata ya con éxito la fiebre tifoidea por medio de inyecciones hipodérmicas de un suero especial

58. **Vacunas y Sueros** — Las *Vacunas*, cuyo tipo es la vacuna antivariolosa de Jenner, tienen por objeto inmunizar, por un tiempo más ó menos largo, á los animales y á los hombres contra ciertas enfermedades infecciosas. No curan estas enfermedades, así la vacuna, inoculada en los comienzos de una viruela, apenas atenúa su gravedad, pero nos hacen refractarios á contraer su germen.

Las vacunas se preparan : 1º ya inoculando á los animales una enfermedad especial, como el *cow-pox* en las terneras, cuya inoculación consecutiva sobre el hombre debe inmunizarle contra la viruela; 2º. ya atenuando por medio de cultivos sucesivos llevados á una temperatura de 30° a 40°, la virulencia de la bacteria de una enfermedad infecciosa, como Pasteur lo ha hecho para el carbunco.

Los *Sueros antimicróbicos* nos inmunizan contra las enfermedades infecciosas solamente por espacio de tiempo muy corto, de algunos dias á un mes á lo sumo; pero su verdadero objeto es curar algunas de estas enfermedades, haciéndonos refractarios á sus toxinas. El microbio no deja de continuar su acción local, pero queda atenuada ó suprimida la infección general que causan sus toxinas; pues ahí está su mayor peligro. Se inyectan los sueros bajo la piel á la dosis de algunos centimetros cúbicos.

El suero antidiftérico del Doctor Roux se obtiene de la sangre de caballos previamente inmunizados por una vacuna[1] Lo mismo se preparan el suero antitetánico y el

1 Para preparar la vacuna antidiftérica del caballo, se comienza por cultivar el microbio de la difteria en un caldo de cultivo, calentado á 40° para atenuar su virulencia Se separa en seguida la bacteria de su toxina

suero contra las mordeduras de serpientes venenosas. Más adelante veremos que el suero antirrábico de Pasteur se prepara de diferente manera.

59 Cultivo de bacterias. — Los cultivos microbianos necesarios para aislar un microbio especial se practican generalmente de este modo :

1º Se esteriliza en el autoclave, á una temperatura de 130º, un tubo de ensayo de vidrio y el algodón destinado para cerrarlo;

2º Se introduce hasta la mitad del tubo, ya un líquido orgánico como caldo ó suero, ya una gota de gelatina ó de Agar-Agar;

3º Con un hilo de platino, previamente enrojecido para esterilizarlo y enfriado, se toma un minúsculo fragmento de la sustancia en que se halla la bacteria, ó sirviéndose de una pipeta esterilizada, si se trata de un líquido. Después se siembra el caldo ó la gelatina con el fragmento de la sustancia que en ella se ha depositado, ó dejando caer allí dos ó tres gotas de líquido. En seguida se tapa el tubo con algodón esterilizado;

4º Después de veinticuatro horas ó cuarenta se ve enturbiar el líquido y producirse en él un como filamentoso por la pululación de microbios.

5º Se toma una partícula de cultivo, se la siembra de nuevo, y se repite varias veces, hasta que el microscopio no revele más que la existencia de solo el microbio patógeno que se quiere probar.

Si este microbio es realmente específico, debe, después de inocularse en conejos, reproducir la enfermedad de origen. Esta es la condición necesaria y suficiente para que una bacteria sea reconocida específica.

Examen microscópico. — Para el examen microscópico, se dispone el aparato á un aumento medio de 600 á 800 diá-

por filtración á través de la pared de un tubo de porcelana adelgazada. La disolución de esta toxina atenuada aún durante los primeros días por medio del yodo. es la que se inyecta progresivamente cada dos días al caballo para inmunizarle. La operación exige unas seis semanas. Una vez alcanzado este resultado se practica en el animal una abundante sangría que se renueva todos los meses. El suero de esta sangre es el que, inyectado bajo la piel del hombre, constituye el maravilloso remedio de la difteria.

metros, se deposita, sobre una lámina de vidrio esterilizada, una partícula ó una gotita de la sustancia á examinar, que se extiende todo lo posible con un hilo de platino. Se deseca después la preparación pasándola rápidamente cuatro ó cinco veces sobre la llama de una lámpara de alcohol ó de un mechero Bunsen. El colorante, rojo, azul ó violeta se aplica en seguida y se espera algunos minutos que haya penetrado los microbios. Se lava después la preparación con agua destilada, y sobre ella se deposita una gota de bálsamo de Canadá, que se cubre con una laminilla de vidrio sumamente fina.

Después de estos preliminares, destinados á darnos cuenta de una manera elemental de los procedimientos y técnica usados en microbiología; describiremos sumariamente las principales enfermedades infecciosas.

RESUMEN

I. Los *Microbios*, clasificados entre los parásitos vegetales unicelulares, se dividen en tres grupos: los *Micrococos*, semejantes á pequeños granos microscópicos; los *Spirochetes* ó *Spirillus* muy móviles y de muchas vueltas de espira; las *Bacterias*, *Bacteridios* ó *Bacilos*, que tienen la forma alargada de pequeño bastón de algunas milésimas de milímetro de longitud.

II. Las bacterias se reproducen: por *escisiparidad* cuando son activas; por *sporas* muy resistentes antes de perecer.

III. Las bacterias ejercen una acción nociva local, pero además emponzoñan é infestan todo el organismo por sus secreciones solubles, llamadas *toxinas*.

IV. Se dividen las Bacterias en cuatro grupos principales: las *Bacterias zimógenas* ó de *fermentaciones* (madre del vinagre, *bacilus amylobacter*); las *Bacterias saprógenas* (vibriones de la putrefacción); las *Bacterias cromógenas* (bacterias azules de la leche, de los sueros y de la supuración); las *Bacterias patógenas*, causa de enfermedades infecciosas.

V. Las vacunas se obtienen: ó inoculando una enfermedad especial, como el *cow-pox*, en terneras, de las cuales se toma en seguida la vacuna antivariolosa; ó atenuando por cultivos más ó menos prolongados, á la temperatura media de 40° á 45°, la virulencia de bacterias que se inoculan en seguida.

VI. Los *Sueros antimicróbicos* se extraen de la sangre de animales, generalmente caballos, preventivamente inmunizados por una vacuna contra una enfermedad infecciosa.

VII. Las vacunas inmunizan contra ciertas enfermedades infecciosas por tiempo más ó menos largo, pero no curan. Los sueros, por el contrario, curan anulando el efecto de las toxinas, como en la difteria. Las bacterias no ejercen más que la acción nociva local, siempre menos grave que la infeccion general.

CAPÍTULO VI

ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS

Carbunco. — Fiebre tifiodea. — Cólera. — Peste. — Tuberculosis. — Difteria. — Muermo y Lamparón. — Rabia. — Tétanos. — Otras enfermedades contagiosas. — Inoculación de enfermedades contagiosas. — Vacunación y revacunación. — Afecciones parasitarias de la piel y del cuero cabelludo. — Sarna; Tiñas pelada y favosa; Peladera ó Alopecia.

Enfermedades infecciosas.

60. Carbunco. — El *Carbunco* es una enfermedad infecciosa, frecuentemente mortal, extremadamente contagiosa, antes muy frecuente en los carneros, menos común en los bóvidos, las cabras y los caballos. Es transmisible por inoculación de una especie á otra, y aun al hombre, en este caso por las moscas principalmente. Así, el carbunco es sobre todo frecuente en países de cría de animales.

Los síntomas del carbunco aparecen súbitamente en los animales y se desarrollan con la mayor rapidez fiebre, debilidad, espuma en los labios, orina y excrementos sanguinolentos, muerte al cabo de algunas horas, tal es la marcha ordinaria de la enfermedad. En la autopsia, las vías digestivas presentan una viva rubicundez, el hígado y el bazo, *muy tumefactos*, son negros, de donde el nombre de *sangre de bazo* dado al carbunco. La sangre es negra y pegajosa Si la enfermedad ha sido inoculada, se observa generalmente un edema blando, no inflamatorio, alrededor del punto de inoculación.

En el hombre á consecuencia de la picadura de una mosca, que haya estado sobre cadáveres de animales muertos de carbunco, los síntomas son diferentes, sobre todo al principio.

Se empieza por ver en el punto de inoculación sobre las partes descubiertas del cuerpo, en la mano, sobre los brazos, en la cara, una vesícula profunda sobre un fondo endurecido. La vesícula se rompe y da lugar á una ulceración purulenta y negruzca casi sin dolor. Alrededor la piel está roja, tumefacta y sembrada de pequeñas placas. Los ganglios á donde van á parar los vasos linfáticos de la región están tumefactos. Tal es la *pústula maligna*, afección microbiana local, que puede ser destruida en el sitio en que se produce y precede durante algunos días á la invasión general del organismo por la bacteria carbuncosa. Una cauterización enérgica, traspasando los límites del mal en superficie y en profundidad hecha por el hierro enrojecido, después de una incisión preventiva, ó con sublimado corrosivo, ó ácido nítrico, son los únicos medios de salvación.

Vacunación anticarbuncosa. — El carbunco es una enfermedad transmisible, inoculable y esencialmente bacteriana (*fig.* 9). Pasteur, habiendo observado que la virulencia de las bacterias carbuncosas se atenuaba cuando sus cultivos se sostenían durante muchos días á una temperatura de 42° á 43°, equivalente á la temperatura normal de las gallinas y otras aves casi completamente refractarias al carbunco, imaginó inocular á los carneros una vacuna así preparada, para preservarlos de las epizootias carbuncosas.



Fig. 9. *Bacilos del carbunco, muy aumentados, en la sangre de un animal.*

El método de Pasteur consiste en la inoculación sucesiva con quince días de intervalo de dos virus-vacunas, de los cuales el nº 1 es bastante débil para no ocasionar jamás la muerte del animal, pero el nº 2 provocaría la muerte, si no precediera la inoculación por el nº 1. El animal, doblemente vacunado, es inmunizado para un año.

Enterramiento. — Los cadáveres de animales muertos de carbunco deben ser enterrados profundamente, á tres me-

tros por lo menos de profundidad, y recubiertos de cal viva. El terreno en el que se entierren muchos animales, se señala con un poste indicador, y se rodea de ramaje espinoso, para evitar que los pequeños carnívoros vengan á desenterrar los cadáveres. Además, es necesario acuchillar la piel de las bestias, inutilizarla, para evitar la tentación de codicia de ciertas gentes sin escrúpulo.

Esporas carbuncosas. — Sobre el animal muerto la bacteria no se reproduce más que por escisiparidad, pero continúa durante cierto tiempo engendrando *esporas* ó granos microscópicos, de envoltura extremadamente resistente, pudiendo persistir durante algunos años sin alterarse, como un grano de trigo, y capaces de resistir los grandes fríos, ó inversamente un calor de 90° á 100°. Para destruirlos con seguridad es preciso una temperatura de 120° á 130°.

Estas esporas son conducidas del fondo de la fosa á su superficie por las lombrices de tierra. Tal es la causa de la permanencia de la contaminación, durante algunos años, sobre ciertos terrenos, en los que hace tiempo han sido enterrados animales carbuncosos (*Campos malditos de Beauce*).

Los animales pueden comer hierbas tiernas, aun contaminadas, como trébol y alfalfa, sin ser infestados, no encontrando la bacteria medio de inoculación en la mucosa digestiva intacta. Pero si el carnero come rastrojos, espigas, las excoriaciones producidas por las pajas duras y punzantes sobre las vías digestivas, abren otros tantos puntos por los cuales la bacteria penetra en la sangre, allí se multiplica y la emponzoña.



Fig. 10. *Bacilos de la fiebre tifoidea, muy aumentados.*

61. Fiebre tifoidea. — La fiebre tifoidea es producida por la penetración en el organismo de una bacteria especial llamada *bacilo de Eberth* (*fig.* 10). Se puede descubrir en las deposiciones, y por punción en la sangre, en el bazo, en los ganglios linfáticos. En la autopsia se recogen sobre las ulce-

raciones de la mucosa intestinal características de la fiebre tifoidea, sobre todo si la muerte ha sido rápida. No se conoce aún vacuna ni suero cuya eficacia sea cierta contra la fiebre tifoidea; sin embargo, el suero preparado por el Dr Chantemesse hace esperar los mejores resultados.

Los primeros síntomas ordinarios de la fiebre tifoidea son: una fiebre intensa acompañada de grande abatimiento, lasitud, dolores violentos de la cabeza y el cuello, hemorragias nasales, diarrea, con sequedad de la boca y de la lengua, películas negruzcas sobre los labios y las encías, depresión con sensibilidad del vientre, particularmente á la derecha, y más tarde aparición de manchas lenticulares rosáceas sobre el pecho y el abdomen.

La fiebre tifoidea habitualmente *endémica*, es decir, existente siempre al estado de algunos casos aislados, reviste desde hace algún tiempo el carácter de epidémica. La epidemia es siempre provocada por la presencia en las aguas potables del bacilo de Eberth. Este bacilo se difunde por las deyecciones de los tíficos, arrojadas en los estercoleros ó en los retretes, sin haber sido preventivamente desinfectadas, y emponzoñan así, por infiltración ó contacto directo, los pozos y los conductos de aguas. Por esta causa las distribuciones de agua del Sena durante los calores, á causa de la sequía, provocan siempre una notable recrudescencia de casos de fiebre tifoidea.

Lombrices intestinales, finas como cabellos en su parte anterior, de tres ó cuatro centímetros de largo, los *Tricocéfalos* que viven ordinariamente en el ciego, abren el camino al microbio perforando la mucosa intestinal. La ausencia de tricocéfalos explica la inmunidad para individuos que han bebido la misma agua y otras personas que han sido atacadas. Se encuentran casi siempre huevos de tricocéfalos al examinar al microscopio gotitas procedentes de las deposiciones de los tíficos.

Profilaxis[1]. — Los mejores medios de preservarse cuando se cuida á un enfermo atacado de la fiebre tifoidea, son: ponerse un vestido especial para penetrar en la habitación,

1. Se designa con el nombre de *profilaxis* el conjunto de medios higiénicos á propósito para preservarnos del contagio de las enfermedades infecciosas.

que deberá estar siempre bien ventilada, al menos por medio de una chimenea; desinfectar las deposiciones con una solución de sublimado al milésimo ó de sulfato de cobre; lavarse frecuentemente las manos con agua fenicada; gargarizarse con agua boricada á la que se añade cierta cantidad de agua dentífrica á base de alcohol; encerrar inmediatamente la ropa blanca infestada en un saco antes de entregarla á la desinfección; finalmente y sobre todo hacer hervir el agua potable Cuando la epidemia ataca á un regimiento, se debe hacerle cambiar de residencia, enviarle á acampar al aire libre y durante la buena estación, desinfestar los locales del cuartel y hacer el examen bacteriológico de las aguas potables. Terminada la enfermedad, cualquiera que sea su desenlace, la habitación ocupada por el tífico será bien desinfestada al sublimado, al formol, ó mejor todavía por la combustión del azufre si es posible.

62. Cólera. — El *Cólera* es una enfermedad epidérmica esencialmente bacilar (*fig.* 11), cuya bacteria extremadamente pequeña, descubierta por el Dr. Alemán Koch, tiene la forma de una coma. Los medios profilácticos empleados hoy (cuarentenas y desinfecciones) permiten localizar y extinguir en el mismo sitio esta enfermedad temible, cuando aparece en un puerto, importada por un buque que venga de la India ó del Extremo Oriente en que el cólera es endémico. La marcha muy rápida, á menudo fulminante, del ataque de cólera, caracterizada por vómitos, diarrea, calambres acompañados de cianosis y de enfriamiento progresivo, se debe á las toxinas que son casi inmediatamente secretadas por los bacilos-vírgula.



Fig. 11. *Bacilos del cólera, en forma de vírgulilla, muy aumentado.*

Profilaxis — Los medios de protegerse, cuando se cuida á un colérico, son idénticos á los anteriormente indicados para la fiebre tifoidea. En tiempo de epidemia no se debe beber más que agua hervida

El Dr. Haffkine ha preparado una vacuna anticolérica, según el método Pasteur, cuyo efecto inmunizador para

un año por lo menos, cuando ha sido inyectado preventivamente, está hoy demostrado.

63. Peste. — Existe un suero *antipestoso* curativo del Dr. Yersin, es decir, que puede contener ó al menos atenuar el mal una vez declarado, como también un virus vacuna preventivo é inmunizador durante varios meses, debido al Dr. Haffkine.

La *Peste*, además de los síntomas de debilitamiento progresivo hasta la muerte, propios de la mayor parte de las enfermedades infecciosas, se caracteriza por *bubones* supurados ó no que sobrevienen en los ganglios linfáticos, particularmente en las ingles y en los sobacos.

El bacilo de la peste es transmitido principalmente por las picaduras de pulgas, de chinches y de mosquitos. Los buques que vienen del Extremo Oriente transportan con mucha frecuencia la peste á los puertos á donde abordan, por ratas apestadas que viven en la cala y llegan á escaparse. Se prescriben contra la peste medidas de cuarentena y desinfección tan rigurosas como para el cólera.

64. Tuberculosis. — La *Tuberculosis* es la más temible de las enfermedades bacilares y contagiosas. Ella sola causa anualmente una quinta parte próximamente de las defunciones en toda Francia. En 1867, Villemin, médico militar, profesor en Val-de-Grâce, demostró que la tuberculosis era contagiosa é inoculable á los animales. El Profesor alemán Koch descubrió su bacilo en 1882. Este bacilo de una longitud de cuatro á cinco milésimas de milímetro y de una anchura de media milésima de milímetro (*fig.* 12), puede ser cultivado fácilmente en caldo de ternera.

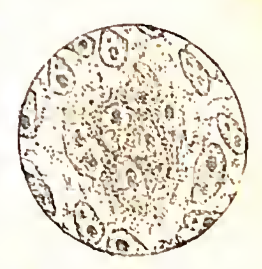


Fig. 12. *Bacilos de la tuberculosis, muy aumentados, vistos, en un esputo.*

Inoculado inmediatamente al conejo de Indias ó á conejos, los hace tuberculosos. Aun no se conoce ni vacuna ni suero antituberculosos. Pero, como ya hemos dicho, los profesores Behring en Baviera, Roux y Calmette en Francia, que han conseguido inmunizar las terneras contra la tuberculosis, intentan actualmente aplicar su

método á la especie humana, y son de esperar los mejores resultados.

La tuberculosis, aunque localizada las más veces en los pulmones, y designada entonces bajo el nombre de *Tisis pulmonar* puede invadir todos los tejidos, todos los órganos. Puede atacar á los huesos, principalmente á las vértebras y las articulaciones, la piel y los ganglios linfáticos, las meninges y el cerebro, el intestino, el hígado, el bazo, los riñones, etc

La invasión de la tuberculosis lleva consigo más ó menos rápidamente una decadencia orgánica progresiva, caracterizada : por la pérdida del apetito y la demacración después; por la pérdida consiguiente de fuerzas; por las transpiraciones nocturnas excesivas acompañadas de fiebre; finalmente por la consunción, que precede á la muerte.

En el caso de tisis pulmonar, además de los signos característicos suministrados por la auscultación y percusión, sobre los que no insistimos, el enfermo expectora esputo formado por una masa opaca y redondeada, que nada en un líquido. La diarrea es bastante frecuente, producida por la tuberculosis intestinal, la cual ha sido provocada directamente por la inoculación de los bacilos contenidos en el esputo deglutido.

La causa más ordinaria y aún se puede decir la única de la tuberculosis es el *contagio*. Los niños nacidos de tuberculosos, cuyos padres fueron débiles, presentan por lo mismo una constitución menos resistente, y el bacilo de Koch se desarrolla más fácilmente en sus órganos; mas no lo aportan al nacer. Son solamente más expuestos que la demás al contagio La tuberculosis es pues, aun para estos, una enfermedad perfectamente evitable gracias á las precauciones higiénicas bien entendidas. Si se multiplican los casos de tuberculosis en una misma familia, es que casi siempre, viviendo juntos en una misma habitación, los miembros de esa familia se contagian unos á otros.

65. Profilaxis. — Siendo la tuberculosis una enfermedad de suyo contagiosa, se la ha de tratar rigurosamente como tal, teniendo en todo las mayores atenciones y los más delicados cuidados con los desgraciados, víctimas de ese mal.

Las personas más particulamente predispuestas á contraer la tuberculosis son: los hijos de tuberculosos; las personas endebles, anémicas, que viven en lugares insalubres y en aire confinado; los individuos de cabello rubio.

Los tuberculosos son peligrosos por sus secreciones desecadas. Los bacilos mezclados entonces con el polvo son transportados por éste cuando se le sacude ó en el barrido. Flotando en la atmósfera: pueden ser introducidos en el aire inspirado; deglutidos, penetran en las vías digestivas y en las anejas á éstas; puestos en contacto con una llaga pequeña ó aún simplemente con los poros de la piel, son susceptibles de ser por ella absorbidos.

El aliento y sudor de los tísicos no son peligrosos. Los tísicos deben expectorar en escupideras especiales que contengan un desinfectante (una disolución de ácido fénico al 5 por 100, una disolución de sublimado al uno por 1 000, ó una disolución de sulfato de cobre bastante concentrada). El contenido de esta escupidera se vacía en los excusados una ó dos veces al día. Nunca se les debe arrojar á los patios ni á los estercoleros. El tísico debe escupir en su pañuelo, fuera de su casa. La ropa blanca de los enfermos, principalmente si está sucia, será encerrada en sacos especiales y cocida largo tiempo antes del blanqueo.

Los alimentos, principalmente la leche y la carne provenientes de animales tuberculosos, son las grandes causas de la transmisión de la tuberculosis. Ya dejamos apuntado que la leche no se ha de tomar sino es hervida y esterilizada y aun entonces puede tener toxinas en disolución según el Dr. Calmette de Lille. Respecto á la carne, si su procedencia es dudosa, lo mejor es cocerla bien. La prudencia recomienda, pues, no usar más carnes que las que salen de abastecimientos municipales en donde las reses sacrificadas son examinadas por veterinarios.

Se descubre la tuberculosis en la raza vacuna inyectando unos centímetros cúbicos de *tuberculina*, suero no curativo y peligroso para el hombre, preparado según las indicaciones de Koch. Si la res es tuberculosa, su temperatura excede á la normal en 1° á 2°. Este reactivo es infalible. El animal debe ser sacrificado y su carne no puede destinarse al consumo más que cuando la tuberculosis extrictamente localizada en los pulmones aun libres y sin adherencia á las paredes torácicas, no esté aún generalizada.

La transmisión de la tuberculosis es frecuente en las habitaciones de hoteles ó en los balnearios anteriormente habitados por tuberculosos, si no se han desinfectado ó lo han sido incompletamente después de la salida ó muerte del tuberculoso.

Una buena alimentación y la vida al aire libre, especialmente á orillas del mar ó en las altas montañas, es el mejor tratamiento actualmente conocido para la tisis pulmonar. Mas no tiene éxito, cuando el mal toma gran incremento. Es de gran interés atajarle desde los primeros indicios: la tosecita seca, languidez, insomnios con sudores nocturnos y la elevación á un grado en la temperatura á continuación de un camino largo. No trato de otras señales suministradas por la auscultación, la percusión, el ritmo de la respiración que pertenecen exclusivamente al médico.

La tuberculosis es una enfermedad curable. Las lesiones cavernosas, producidas por la resolución purulenta de los tubérculos, pueden en efecto cicatrizarse, cubrirse de concreciones calcáreas de fosfato y carbonato de cal que les limitan y les hacen inofensivos. No es raro al hacer la autopsia á personas muertas por otra afección, encontrar en los pulmones focos de tuberculosis cicatrizados.

66. Difteria. — La *Difteria* llamada vulgarmente *Angina diftérica*, y *Garrotillo* es una enfermedad bacilar caracterizada por producción de falsas membranas en la garganta, extendiéndose progresivamente hasta la laringe y matando al enfermo por el envenenamiento de la sangre ó por asfixia.



Fig. 13. *Bacilos en barras, muy aumentados, de la difteria.*

Esta afección contagiosa en extremo por las membranas llenas de microbios (*fig.* 13) que se desprenden en los esfuerzos de la tos, necesita más que otra alguna el aislamiento completo de los enfermos y los cuidados más minuciosos de parte de las personas que les cuidan, es decir el uso de un vestido especial, lociones repetidas de la garganta, de los labios y de las manos en agua boricada ó fenicada

El bacilo de la bacteria en forma de balancín descrito por primera vez por los Drs. Klebs y Lœfler en 1883 y en 1884 se localiza en la parte posterior de la boca y en las vias respiratorias superiores, provocando la producción de falsas membranas, *sin penetrar en el interior del cuerpo.* Pero esta bacteria, aunque fija, excreta una toxina que tarde ó temprano envenena la sangre, y después el organismo entero. Se la ha de atajar á tiempo como á la pústula maligna, sea destruyendo por cáusticos el bacilo, sea haciendo al enfermo refractario á la infección general por la inyección de un suero apropiado.

La mortalidad por garrotillo en niños atacados de esta enfermedad era no hace tiempo de 60 á 70 por 100; después el tratamiento por el suero antidiftérico de MM. Behring y Roux le ha hecho descender al 10 por 100.

Cuando la angina diftérica ataca á un niño de una familia donde hay varios, se ha de vacunar á los demás preventivamente con el suero del Dr. Roux

67 **Muermo.** — El *muermo* es una afección bacilar de las vias respiratorias transmisibles al hombre y común al caballo, al asno y al mulo. Está caracterizado este mal infeccioso por el *moquillo* abundante que proviene de ulceraciones de la mucosa de las fosas nasales. Localizado en la piel en forma de tumores y úlceras el muermo se llama lamparón.

Cultivando el bacilo del muermo, un veterinario ruso Kalning ha preparado por el método de Koch un suero llamado *Malleina*, cuya inyección subcutánea en cantidad de algunos centimetros cúbicos revela, por la elevación de la temperatura, la existencia del muermo en los jumentos, al modo que la tuberculina descubre la tuberculosis en la raza vacuna.

68. **Rabia.** — La *Rabia* es transmisible al hombre ó á los animales sólo por inoculación, de ordinario por la mordedura de un animal rabioso. A Pasteur, autor del descubrimiento del principio de la antisepsia quirúrgica, se deben las vacunaciones antirábicas, merced á las cuales casi todas las personas mordidas por animales rabiosos se libran del horrible mal de la rabia.

Los pródromos de la rabia se señalan en el perro, por

la tristeza, por la baba contagiosa al rededor de la boca; por la inquietud y el ansia de morder y desgarrar todo lo que encuentra. Lejos de aborrecer el agua, el perro experimenta una sed ardiente que le hace beber sin cesar

A este período tranquilo, durante el cual el perro puede aparecer aun cariñoso, sucede una fase de furia. El animal desea huir de casa; la mirada turbada; la boca espumosa, se arroja á los otros perros y á todas las personas que halla á su paso.

Viene después la fase paralítica, que precede á la muerte El animal no puede beber más, ni ladrar, sino solo aullar, pues tiene la mandibula inferior paralizada. Este último periodo de la rabia ha recibido el nombre de *rabia muda* por esta razón Muchas veces la parte posterior está también paralizada y si no se mata al enfeliz animal cuanto antes, muere acurrucado en un rincón.

El tratamiento preventivo de toda mordedura de un animal rabioso, principalmente en la mano y en la cara, regiones en donde el diente no ha tenido que atravesar vestido, es la cauterización minuciosa con un hierro al rojo ó al menos con tintura de yodo. Después la persona mordida debe de ser llevada lo antes posible á un hospital especial. Cuanto antes le sea inoculado el suero de Pasteur, tanto antes tendrá la suerte de escapar de la terrible plaga de la rabia : pues este suero es más bien preservativo y su acción es dudosa cuando ya se han declarado los primeros síntomas de la rabia.

Preparación del suero antirrábico. Se prepara este suero con medulas espinales extraídas de conejos rabiosos, después de desecarlas durante varios dias. Pasteur habia notado en efecto que el poder contagioso de tales medulas era más eficaz si se las conservaba en aire seco mucho tiempo. La marcha del tratamiento es la siguiente : se inyecta la primera vez en el tejido celular subcutáneo de las paredes abdominales unos centímetros cúbicos de la dilución en agua destilada y glicerina de un fragmento de médula espinal proveniente de un conejo rabioso y sacrificado quince días antes. Dos días después, una dilución hecha con un fragmento de medula de trece días solamente, y asi se continúa hasta que se inocule la medula de un conejo muerto la víspera. El organismo de un individuo así tratado, se hace refractario á la acción de las toxinas rábicas.

69. Tétanos. — El *Tétanos* es una enfermedad infecciosa y de los más terribles. Este mal acaece principalmente como complicación de las heridas, aun pequeñas, de las manos y de los pies, y está caracterizado por la contracción espasmódica y progresiva de los músculos maxilares, del cuello, del tronco y de los miembros.

El bacilo específico del tétano, descubierto y cultivado en 1884 por Nicolaiev, se desarrolla en los estercoleros y en el purrin. Los jardineros, los palafreneros, los mozos de cuadra son, pues, los más expuestos á este contagio.

La profilaxia más racional contra el tétanos consiste en la limpieza de las heridas con agua muy caliente, y al aparecer el peligro, en la inyección del suero especial de Behring y Kitasato.

El conservar intacta la inteligencia hasta la muerte en el intervalo de las crisis da á esta enfermedad un aspecto más horrible.

70. Diversas enfermedades contagiosas. — En el *Sarampión*, la *Escarlatina*, la *Viruela*, la *Erisipela* y la *Variola* es de temer el contagio en el momento de caerse las escamitas de la piel, cuando las partículas epidérmicas con frecuencia portadoras del germen mórbido eliminado flotan en el aire de la habitación. Se impone, pues, la necesidad de aislar al enfermo para evitar el contagio. Lo mejor es penetrar en la habitación cubierto de un vestido especial que se pone y se quita á la entrada de la habitación. No es menos útil hacer gárgaras y lavarse muchas veces las manos con agua boricada.

Como el aire de la habitación se ha de conservar tan puro como sea posible, se evitará el cocinear en ella y ni aun preparar tisanas. Tanto esta como los alimentos serán llevados en la cantidad suficiente y necesaria cada vez que el enfermo las necesite y lo que reste será echado en un vaso que contenga un desinfectante.

La *viruela* es una enfermedad pustulosa de las más temibles por su gravedad frecuentemente mortal y también por las cicatrices que deja en el cuerpo, en especial en la cara.

71. Inoculación de las enfermedades contagiosas. — Se llama *inoculación* la acción de hacer penetrar un germen

mórbido en el organismo por una herida en general muy pequeña. Así un perro rabioso, una mosca carbuncosa inoculan la rabia y el carbunco mordiendo, los mosquitos inoculan las fiebres palúdicas y la fiebre amarilla picando. Otras veces se inoculaba la viruela tomando con una lanceta el pus de una pústula variolosa de un sujeto enfermo é introduciendo ese pus por una picadura hecha en la piel de un sujeto sano, el cual contraía así una viruela casi siempre benigna. Esta le preservaba de este mal terrible para toda la vida. Pero es una práctica peligrosa, porque la viruela inoculada era á veces gravísima.

La erisipela y todas las complicaciones de las heridas se transmiten por inoculación. La práctica de la antisepsia les ha hecho desaparecer casi por completo.

Las enfermedades crónicas, como la tuberculosis, son igualmente transmisibles por inoculación. Es aun hoy un procedimiento corriente de diagnóstico en caso de duda, inocular á los conejillos de Indias con esputos ó pus de los enfermos, á quienes se supone atacados de tuberculosis. Si el conejillo contrae la enfermedad, el enfermo es tuberculoso.

Concluyamos que toda enfermedad contagiosa puede ser considerada como inoculable : de donde resulta, que el médico está obligado á no usar más instrumentos, que los nuevos ó los esterilizados por el fuego, por el agua hirviendo, cuando pique la piel y aun sólo la epidermis, como acontece en las *inyecciones hipodérmicas* y en la *vacunación*

72. **Vacunación** — Jenner, médico inglés, tiene la gloria de haber descubierto en 1798 el preservativo de la viruela, inoculando en el hombre el pus del *cow-pox*, enfermedad pustulosa peculiar al ganado vacuno, y cuyas pústulas se forman de ordinario en las ubres. Notó que la vacuna del hombre era transmisible al hombre por inoculación y que podía ser así reproducida y multiplicada hasta el infinito.

Hoy, á fin de evitar el transporte por inoculación de una enfermedad contagiosa, por ejemplo, la tuberculosis de un sujeto enfermo, á otro sano, ó cualquier otra afección temible, no se usa más que la *vacuna tomada de la misma ternera* y para cada persona que se vacune se cambia el

instrumento, que es como una pluma con los bordes cortantes con la que se rasga la dermis.

La vacuna se practica en los niños, en los tres primeros meses después de nacer y *en cualquier estacion*. Siendo cosa corriente, que la acción preservadora de la vacuna contra la viruela no dura más que siete ú ocho años, debe practicarse la revacunación pasado este período y aun antes si hay epidemia variolosa. La revacuna es obligatoria en las escuelas y en la milicia.

Afecciones parasitarias de la piel y del cuero cabelludo.

73. Sarna. — La *Sarna* es una afección cutánea causada por un pequeño arácnido llamado *Acaro* ó *Arador* que parece á simple vista como un punto blanco-grisáceo cuando se le coge con la punta de una aguja. El arador hembra más grueso que el macho (*fig.* 14), se introduce bajo la epidermis y traza pequeños surcos ligeramente curvos de uno á dos centímetros de longitud para poner allí sus huevos. De estos surcos se desprenden con frecuencia pequeñas vesículas transparentes llenas de agua. Dichos surcos se ven principalmente sobre la cara anterior del puño y en los espacios interdigitales. El escozor violento nocturno causado por los aradores y sus larvas provocan al rascarse excoriaciones en los miembros y á consecuencia de esto erupciones diversas.

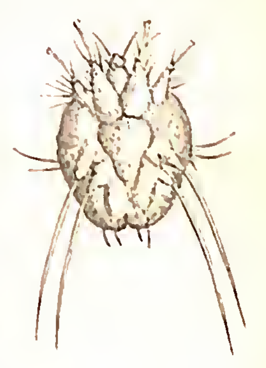


Fig. 14. *Arador de la sarna muy aumentado.*

La enfermedad se generaliza rápidamente; una pareja de ácaros produce en dos ó tres meses más de un millón de aradores. La sarna se comunica por el contacto de otra persona atacada de esta enfermedad ó por sus vestidos.

El mejor tratamiento es el de Hardy, designado con el nombre de *frote* en el hospital « San Luis » de Paris. El sarnoso comienza frotándose el cuerpo con jabón blando de potasa (jabón negro) durante media hora, sumergiéndose

en seguida en un baño en donde estará una hora lo menos, con el fin de remojar la epidermis. A la salida del baño se frota fuertemente el cuerpo con la pomada de Helmerich [1], que el enfermo conserva al menos durante dos horas y mejor todo un día. Después toma un baño simple ó jabonoso para quitar la pomada y está curado. En este tiempo los vestidos y la ropa blanca serán desinfectados en una estufa ó en un horno.

74. Tiñas. — Se llaman *Tiñas* á las afecciones parasitarias debidas al desarrollo de un hongo microscópico en la base del pelo. Las dos fases principales de esta enfermedad son : la *tiña pelada* y la *tiña favosa.*

En la *tiña pelada* el pelo se troncha por su base formando placas de tonsura imperfecta, en las cuales la piel es más ó menos rosada. Después de sanar, el pelo se repone muy bien.

En la *tiña favosa* la cabeza se recubre de costras amarillas deprimidas y separadas, cuya vista y olor soso son muy desagradables. Debajo de estas costras la piel está roja é irritada. Los pelos pegados al principio y aglutinados por las costras acaban por caerse. No vuelven á nacer si la afección ha durado mucho tiempo.

Estas dos formas de tiñas muy contagiosas, acompañadas de vivo escozor obligan á retirar á los niños de las escuelas temporalmente.

La tiña se transmite por los sombreros y por los objetos del tocador y de ahí la necesidad absoluta de que cada alumno tenga en los internados sus peines y cepillos particulares siempre conservados en buen estado.

La cura de las *tiñas* es larga y difícil.

La *Peladera* está caracterizada por la caida rápida del pelo, que cae por rodales. Estos se reunen frecuentemente y puede producirse la calvicie completa. La peladera es causada por una enfermedad del bulbo piloso, cuya naturaleza aun se desconoce. El pelo puede desaparecer enteramente, pues no se rompe y se ve por una lente que su bulbo está delgado y atrofiado, mas no rodeado de esporas,

1. Pomada artispórica de Helmerich : Azufre sublimado = 10 gramos ; Carbonato de potasa = 5 grs ; Agua = 5 grs ; Aceite de almendras dulce = 5 grs ; Manteca de cerdo = 35.

como en la tiña pelada. La piel persiste blanca y no hay prurito.

No siendo la peladera enfermedad contagiosa, ó muy poca contagiosa, los niños que la padecen pueden continuar en las escuelas.

NOTA. Las enfermedades de la piel y del cuero cabelludo reconocen frecuentemente como causa la suciedad, que favorece todos los contagios. No insisteremos aquí en la necesidad urgente de los baños, de las duchas, de las lociones de cabeza, etc, como condiciones indispensables del buen funcionamiento de la piel y de una buena higiene; estas son verdades muy conocidas.

RESUMEN

I. El *Carbunco* o *Sangre de bazo* de los carneros, de los bovidos y del hombre es debido á la inoculación y después á la multiplicación rápida de la bacteria carbuncosa. El carbunco empieza siempre en el hombre por un accidente local : la *Pústula maligna*. Los animales contraen el carbunco paciendo un suelo al que han subido por medio de los gusanos de tierra las esporas de las Bacterias carbuncosas que provienen de animales muertos de carbunco y enterrados hace tiempo.

II. La vacuna anti-carbuncosa de Pasteur para los carneros consta : de una vacuna nº 1, débil; de una vacuna nº 2, más fuerte, que debe ser inyectada con 15 días de intervalo. La inmunidad dura un año.

III. La *Fiebre tifoidea* producida por el *bacilo d'Eberth* es principalmente transmitida por la absorcion de agua contaminada. Lo mismo el *cólera Asiático* en tiempo de epidemia.

IV. La *Tuberculosis*, la más extendida y temible de las enfermedades infecciosas, se comunica principalmente por el *bacilo de Koch* flotante en el aire y que proviene de los residuos de los esputos desecados de los tisicos. La *Tuberculina* de Koch inyectada en vacas tuberculosas ocasiona una elevación de temperatura caracteristica; no produce efecto en las vacas sanas.

V. La *Difteria*, enfermedad temible caracterizada principalmente por la producción de falsas membranas (angina diftérica y garrotillo), es debida al bacilo en forma de balancin, de Klebs y Loefler. MM. Behring y Roux han descubierto para combatirla un suero sacado de la sangre de caballo antes inmunizado contra la difteria por una vacuna especial. El suero solamente destruye

el efecto de las toxinas; la acción local de las bacterias en general poco peligrosa persiste.

VI. El *Muermo*, afección ulcerosa de las vias respiratorias de los asnos, caracterizado por un moquillo abundante que proviene de ulceraciones de las fosas nasales, es inoculable en el hombre. El *Lamparón*, es una variedad de muermo cutáneo consistente en tumores y úlceras de la piel. La *Malleina* es el reactivo de los caballos muermosos, como la Tuberculina es el de las vacas tuberculosas.

VII. La *Rabia* es comunicada al hombre por la mordedura del perro y de otros animales rabiosos. El suero antirábico de Pasteur, preparado con las medulas desecadas de conejos rabiosos, debe ser inyectado cuanto antes posible después de la mordedura, porque sólo es preventivo. La cura es muchas veces incierta, cuando se ha declarado el primer acceso de rabia.

VIII. La vacunación antivariolosa fué descubierta en 1798 por Jenner, médico inglés. El elogio de la vacuna no hace falta hacerlo · debe ser absolutamente obligatoria.

IX. La *Sarna* es producida por un pequeño arácnido, el *Arador*. Las *tiñas favosa* y *pelada* son debidas al desarrollo de las esporas de un hongo alrededor del bulbo de los cabellos y van acompañadas de la irritación de la piel y de vivas comezones. Las placas de *peladera*, de origen poco conocido, apenas parecen contagiosas; la piel permanece blanca á su nivel, no hay comezones, y el bulbo piloso, que no está rodeado de esporas, solamente está adelgazado y atrofiado.

CAPÍTULO VII

LA CASA SALUDABLE

Condiciones de salubridad de una casa : ventilación, insolación. — Aislamiento del suelo. — Evacuación de los residuos y deyecciones. — Aplicación á las escuelas.
El *ejercicio*. — Inconvenientes de la falta ó del exceso de los ejercicios físicos

Condiciones de salubridad de una casa

75. División del asunto. — Las condiciones de salubridad de una habitación dependen de numerosas causas que nos limitaremos á enumerar rápidamente insistiendo

sólo en las de mayor importancia. Tales son : 1° el *emplazamiento* y las *cercanías*; — 2° la *orientación*; — 3° las *condiciones del terreno*; — 4° el *aislamiento del suelo* por medio de buenos cimientos para evitar la humedad; — 5° la *elección de los materiales de construcción*; — 6° el *espesor de los muros, los pavimentos, techos, ventanas, cortinas*, etc. : — 7° los *sistemas de calefacción, alumbrado y ventilación*, 8° el *sistema de evacuación* de las aguas sucias y de las deyecciones humanas.

76. Emplazamiento y cercanías. — Debe buscarse una situación al aire libre en una colina más bien que en la llanura. Sin embargo, el abrigo contra los vientos húmedos y tempestuosos del O. por medio de un bosque poco alejado ó una cadena de montañas que detenga los vientos fríos y secos del N. E., moderan con ventaja lo que puede tener de excesivo la exposición al aire libre absoluto sobre todo en invierno. Así es como los macizos de los Alpes y del Esterel protegen ventajosamente contra el mistral á las ciudades de una parte del litoral del Mediterráneo en Francia y hacen así su permanencia en ella tan suave y tan sana para los enfermos y debilitados durante el invierno.

Siempre es malo habitar en un valle húmedo y demasiado encajonado, principalmente en las cercanías de estanques, y aun solamente de terrenos pantanosos. Por el contrario, la proximidad de un bosque, cuyos árboles refrescan y purifican la atmósfera, es una condición muy favorable para la salubridad de una vivienda cualquiera particularmente de un sanatorio.

77. Orientación. — Si tenemos libertad para edificar nuestra casa saludable y para elegir su orientación, si no nos la impone la situación del terreno dando la fachada á una calle, daremos la preferencia á las exposiciones Nordeste y Sudoeste, según estemos en los países del Mediodía, en donde el aire fresco es necesario, ó en las regiones del Norte en que las brisas templadas del Sur y el ardor del sol durante las horas más calientes del día calientan la atmósfera demasiado fría.

Lo que nos debe guiar en la orientación es que la luz del día, que destruye los microbios de cualquier clase, penetre á raudales en nuestra vivienda. Evitaremos pues todo lo que

pueda ser obstáculo al acceso de la luz, como un muro ó edificios próximos muy elevados.

78. Cualidades del terreno. — Desde el punto de vista de la salubridad, la naturaleza del suelo en que se ha de elevar la casa es igualmente de grande importancia. Si el terreno compuesto de tierras calcáreas ó silíceas es muy permeable al agua, constituirá una especie de drenage permanente debajo del inmueble y este estará seco, lo que es una condición importante. Si el suelo es, al contrario, arcilloso é impermeable, las aguas se estancarán debajo de la casa y ésta será humeda, malsana y muy funesta para los reumáticos.

Del suelo arcilloso húmedo se desprenden por otra parte emanaciones con frecuencia peligrosas y un olor á moho debido á la pululación del moho blanco (Mucor mucedo).

79. Cimientos. — Los cimientos tienen por fin no sólo aregurar la estabilidad de la casa, haciéndola reposar en un terreno sólido, sino también aislarla del suelo é impedir así que la humedad suba por la capilaridad de las paredes. La elección de los materiales propios para las construcciones tiene gran importancia. Las piedras moleñas, á la vez silíceas y calcáreas son las que mejor convienen para las construcciones, porque son más resistentes y su naturaleza porosa permite al aire penetrar fácilmente en el interior y las seca.

Si por causa de fuerza mayor, esta disposición fuera muy mala, la casa ha de estar adosada á una mole de tierra ó á una roca, en este caso se la ha de separar por un contramuro aplicado inmediatamente á las tierras que ha de contener, y suficientemente alejado del muro propio de la casa, para que haya un largo espacio en el que el aire pueda circular libremente. Este es el mejor preservativo contra la humedad, que resulta de las filtraciones del agua en los terrenos que se desploman.

80. Elección de materiales. — La elección de materiales, fuera de las condiciones importantísimas de solidez y duración, de que no tenemos que ocuparnos aquí, debe tener por objeto asegurar la sequedad de la casa. Según su situación y su destino, los materiales deberán

presentar cualidades opuestas: ya de impermeabilidad, para constituir una barrera á la humedad, que tiene tendencia á subir; ya, por el contrario, de porosidad, de modo que sean permeables al aire para favorecer su desecación.

Si la casa está elevada sobre un terreno húmedo, si no hay tubería que forme en el suelo una especie de saneamiento permanente, es preciso establecer en los muros de los cimientos y hasta cierta altura sobre el suelo, capas aisladoras é impermeables destinadas á cerrar el camino á la humedad ascendente. Se obtiene este resultado por medio de capas horizontales de cemento, de asfalto comprimido, de lajas de pizarras insertas en el espesor de los muros. Se puede hacer descansar los muros, si no son demasiado altos ni pesados, sobre un lecho más ó menos espeso de ladrillos impermeables, de arcilla vitrificada, y atrevesados de agujeros longitudinales en su espesor, lo que disminuye su peso y permite gran circulación de aire para el desecamiento.

En general, los materiales de construcción deben ser sólidos, ligeros, malos conductores del calor y permeables al aire para combatir la humedad. Sin embargo, en las cocinas, bodegas, lavaderos y retretes es ventajoso para el lavado á agua corriente, único medio de asegurar una limpieza minuciosa, construir los muros y el pavimento de ladrillos y baldosas barnizadas impermeables. Pero, en cuanto á los muros de todas las demás partes de la habitación, deben preferirse materiales permeables al aire, tales como piedra blanca, morrillos y ladrillos ordinarios.

81. Espesor de los muros. Pavimentos, techos, ventanas, pinturas y cortinas. — El espesor de los muros varía naturalmente con el clima del país en que está construida la casa. En igualdad de circunstancias, los muros serán más gruesos para conservar mejor el calor interior, en los países del Norte, que en los del Mediodía.

Puede admitirse como regla general que, en un mismo país, los muros deben ser tanto más gruesos, cuanto mejor conduzcan el calor los materiales, con que esán construidos. Así, en Francia, los muros de piedra blanda y de cascote deben tener por lo menos 0.50 m. de espesor y los de ladrillo 0.35 m. Los revestimientos de yeso con

que se revocan los muros, apenas tienen otra importancia que la ornamentación.

Los pavimentos diferirán según su situación en el piso bajo ó en los pisos superiores. En el piso bajo, siendo su objeto principal impedir el paso de la humedad, los pavimentos en baldosa impermeable convienen particularmente, como ya hemos dicho para las piezas que se han de lavar con agua corriente (cocina, bodega, vestíbulos, retretes, etc.). Para las demás piezas del piso bajo, deben colocarse las tablas del pavimento sobre un lecho de asfalto impermaable; en los demás pisos no se requiere esta precaución. Fuera de la limpieza y elegancia, la costumbre de encerar los pavimentos, es buena para impedir que el polvo se acumule en las ranuras. Pero en cuanto á los lugares públicos, como las escuelas, es mejor aplicar al pavimento una fuerte capa de pintura y limpiarle por medio del lavado con un lienzo húmedo, y de cuando en cuando con agua corriente.

Los techos, generalmente recubiertos de una capa de yeso, no deben estar encuadrados con molduras que detienen el polvo, y hay que unirlos con las paredes por una superficie curva y no por un ángulo, cuya arista aguda es difícilmente accesible á la limpieza Del mismo modo las uniones de las paredes estarán más bien en superficie cóncava redondeada, que en ángulo recto.

El gran número de ventanas de mucha anchura, para dar entrada libre al aire y á la luz, constituyen una de las reglas fundamentales de la higiene. No obstante, en los países del Norte esta regla tiene por límite el enfriamiento causado por el número y anchura de los vanos. En Rusia se remedia ese inconveniente por medio de dobles ventanas, que conservan entre las dos vidrieras, una especie de colchón de aire, que protege eficazmente contra el frío del exterior.

En cuanto á las pinturas interiores, deben proscribirse rigurosamente las de base de *Cerusa* (hidrocarbonato de plomo) porque pueden producir un polvo tóxico, y reemplazarse por pinturas al blanco de zinc. Del mismo modo deben proscribirse los papeles de colores verdes á base de arsénico.

Las colgaduras gruesas, las alfombras blandas serán suprimidas en todas partes como nidos de microbios, y reemplazadas por linoleum, que puede lavarse, y por corti-

nas de tela más ó menos adornada, ó del tul, ó de gasa fácilmente lavables.

Observación. — En cuanto á las casas de varios pisos, tan numerosas en las grandes ciudades, señalaremos como particularmente insalubres : los sótanos á causa de la humedad; las bohardillas, reservadas á los criados, donde uno se enece en verano y se hiela en invierno.

Por regla general, las habitaciones de los pisos altos, siendo más ventiladas, más iluminadas, más secas que las demás, son más salubres.

82. Sistemas de Calefacción, Alumbrado y Ventilación. — Estudiados anteriormente todos estos sistemas (§§ 13, 21-24), remitimos á ellos al lector, limitándonos á recordar que, en cuanto á la calefacción en grande escala de las casas, los caloríferos de agua caliente ó de vapor son absolutamente preferibles á los de aire caliente, como antihigiénicos.

83. Evacuación de las aguas sucias y deyecciones humanas. — *Aguas sucias.* — Las aguas sucias, que jamás deben echasre en *pozos ó sumideros*, so pena de envenenar el suelo y de infeccionar por infiltración los pozos de las cercanias, se evacuan en las cloacas por medio de vertederos, depósitos más ó menos anchos, generalmente de piedra ó de cementó, que comunican por un conducto con la alcantarilla. Si la comunicación entre el vertedero y la alcantarilla es directa, esta disposición es insalubre, porque permite á las emanaciones y malos olores de la alcantarilla volver por el conducto y viciar el aire de la cocina donde se encuentre el vertedero.

Debe intercalarse en el conducto, á poca distancia del orificio del vertedero un *sifón*, especie de tubo en forma de S, de tal manera que parte del liquido que se detiene siempre en la curva inferior de la S, intercepte el paso á los malos olores. Además la parte superior de la curva alta de la S debe comunicar con el exterior por un tubito especial de desprendimiento para los olores, que además permite al aire penetrar para oxidar las materias orgánicas. Este sistema de ventilación impide al sifón vaciarse completamente y llenarse él mismo, cosa que podia suceder con el antiguo sistema.

Los *plomos* — grandes cubetas metálicas que comunican directamente con la alcantarilla, colocadas al exterior cerca de las ventanas, y en as que se arrojaban las aguas sucias — están ahora supriméndose en todas partes como insalubres.

Deyecciones humanas. — En el campo, los retretes consisten ordinariamente en un hoyo abierto en el suelo coronado con un asiento y apoyo. Cuando el hoyo está mediado, se rellena de tierra. Las materias fecales se oxidan pronto por los fermentos nitrificadores y constituyen al cabo de algunos meses un abono excelente. Si el sitio está separado de las viviendas y sobre todo de los pozos de alimentación, nada hay censurable en este sistema primitivo.

En los inmuebles de muchos pisos, la fosa se coloca en cuanto es posible en la parte exterior y contra los muros del cimiento. Los diferentes gabinetes de necesidad comunican con el depósito por un ancho tubo de caida en el que terminan los conductos especiales y oblicuos de cada piso. La fosa, que debe ser *perfectamente impermeable*, comunica además con el aire exterior por un ancho tubo de ventilación, que se eleva á más altura que la chimenea más alta, para evitar que los inquilinos de los pisos superiores sean perjudicados por los gases mefíticos que se desprendan del mismo. En fin, en los edificios antiguos, la cubeta ó recipiente de cada piso estaba solamente separada del conducto por una válvula de ajuste más ó menos hermético. Los inconvenientes de este sistema, que facilita á los malos olores subir de la fosa á os retretes, son bastante evidentes y no hay necesidad de evidenciarlos. Esto se remedia interponiendo un sifón cerca del fondo de la cubeta, que debe comunicar en su parte superior por un pequeño brazo con el aire exterior, como ya queda indicado para los vertederos ó canalones.

El sistema de *tout à l'égout* — todo al sumidero — mucho más salubre, está hoy generalmente adoptado. La cubeta de porcelana comunica con el sumidero, por medio de un sifón de ventilación, y el arrastre de las materias se verifica por la presión de un chorro de agua abundante

En algunos inmuebles, se emplean *fosas movibles*, ó cubetas de dos hectolitros próximamente de capacidad, que se renuevan á medida que se van llenando. Las cubetas filtrantes están divididas en dos por un tabique vertical

lleno de pequeños orificios. El líquido pasa por estos orificios y cae en la parte de la cubeta que comunica con el sumidero, en tanto que la parte sólida se deposita en la otra parte más espaciosa del recipiente. Este sistema se llama divisor por cubetas filtrantes.

84. **Filtración.** — El sistema de *filtración* consiste en hacer pasar por un suelo arenoso, ligero y permeable las aguas cargadas de las materias fecales. Se utiliza también, como excelente abono, la materia orgánica arrastrada. Este sistema, generalmente empleado en las grandes ciudades de Europa, da los mejores resultados. Terrenos, antes áridos y rebeldes á todo cultivo, se han convertido en tierras de gran fertilidad. La población de la península de Gennevilliers, cerca de Paris, casi se ha duplicado desde que este sistema de filtración ha venido á fertilizar su suelo, siendo en ella la salud pública tan buena como en otro lugar.

Una de las grandes ventajas de este sistema, es que el agua que sale de los drenes y cae en el rio próximo, después de haberse filtrado por las tierras, es perfectamente pura, clara, transparente y no contiene relativamente más que pocos microbios. No ensucia, pues, ni las riberas ni los cauces, como las aguas de los sumideros. El bacilo patógeno de la fiebre tifoidea no se ha encontrado en las aguas de filtración ó drenaje

Otros sistemas de evacuación. — Londres y la mayor parte de las ciudades marítimas vierten directamente sus detritus en el mar. Las tentativas de depuración química, y destrucción por el fuego no han dado hasta ahora resultados satisfactorios.

85. **Aplicación á los edificios escuelas.** — Claramente se deduce que todos los datos precedente de higiene son enteramente aplicables á la construcción de casas-escuelas, y sobre todo que las fuentes y lavabos serán en éstas abundantes, para que los niños puedan fácilmente hallar y emplear todos los medios de limpieza que su estado demanda.

Recordaremos que, debiendo tener las clases por lo menos una altura de cuatro metros, cada alumno debe disponer de cinco metros cúbicos de aire para su respira-

ción. Las mesas, de uno ó dos asientos, están terminadas por pupitres de inclinación y altura convenientes.

Insistiremos preferentemente sobre la cuestión de alumbrado por la luz natural, de una grande importancia á causa del desarrollo de la miopia progresiva y de las actitudes frecuentemente viciosas, que una luz mal dirigida obliga á tomar á los niños. Las clases reciben la luz natural lateralmente, por uno ó dos costados; pero jamás ni maestro ni alumnos la reciben de frente ó por la parte superior, ó zenital. Las dimensiones de las ventanas rectangulares está calculada para dar el máximum de luz, porque nada favorece más el desarrollo de la miopia que trabajar en semioscuridad.

Del ejercicio.

86 Inconvenientes del defecto ó exceso de ejercicios físicos. — La mejor higiene de las articulaciones y de los músculos para conservar su flexibilidad y aumentar su fuerza, consiste en el ejercicio gimnástico.

El ejercicio más sano es el juego, particularmente en pleno campo al aire libre, sobre un terreno ligeramente accidentado.

La gimnástica debe ser razonada y progresiva, pero no peligrosa. La esgrima es la mejor gimnástica para la armonía de las actitudes.

El ejercicio al aire libre favorece las diversas funciones orgánicas. Activa y facilita la digestión, acelera la respiración y circulación, haciendo así la sangre arterial más rica en oxígeno. Purifica la sangre aumentando la transpiración. Descansa y alivia del trabajo intelectual.

La falta de ejercicio produce por el contrario pesadez corporal y hasta apatía intelectual, lentitud y dificultad en las digestiones, debilidad muscular, obesidad, y predisposición á las enfermedades reumáticas de los riñones y del hígado.

Para las causas fisiológicas de la fatiga y de la rigidez muscular, véase la *Fisiología del músculo*, p. 142.

87. Gimnasia respiratoria : ejercicios del Dr. Marage. — « En los niños criados en las ciudades, dice el Dr. Marage, y en muchos adultos los vértices de los pulmones funcionan mal; estos sujetos se sirven del tipo de la respiración diafragmatica; los intestinos están retraidos, los músculos de la pared abdominal no se contraen suficientemente, de lo cual resulta un abatimiento de la masa intestinal y la estrechez del pecho en el vértice, en forma de pera, de la mayor parte de los niños que no viven en el campo. »

El principio de los tres ejercicios gimnásticos, descritos por el Dr. Marage, consiste en desarrollar simultáneamente los músculos aspiradores y los músculos que unen los omoplatos á la columna vertebral. En estos ejercicios, la *aspiración debe hacerse por la nariz, con la boca cerrada*; *en la espiración, por el contrario, se abre bien la boca*. Cada ejercicio se repite diez veces seguidas á lo más (empezando por cuatro), y luego se pasa al siguiente. Como no son siempre los mismos los músculos que trabajan, el segundo ejercicio sirve de descanso del primero. Después de una primera serie de tres ejercicios,se hace alto durante cinco minutos, y luego se da principio á otra serie. Esta gimnasia respiratoria se debe repetir todos los dias, pero mucho tiempo después de las comidas.

Primer Ejercicio. — Los brazos deben estar caidos naturalmente, con la palma de la mano hacia adentro. *a. Aspiración.* — Los miembros superiores, calocados paralelamente, describen un arco de 180° en un plano vertical paralelo al plano mediano anteroposterior del cuerpo (fig. 15, posiciones, 1, 2, 3). *b. Espiración.* — Se bajan los brazos lentamente en un plano perpendicular al precedente, es decir lateralmente (fig. 16, posiciones 3, 4, 5)

Segundo Ejercicio. — Se pliegan los antebrazos en un plano horizontal, de manera que se toquen los dedos en la linea mediana, sin cambiar los brazos de posición durante el ejercicio. *a. Aspiración.* — Los antebrazos describen un arco de 180° en el plano horizontal (fig. 17 y 18, posiciones 1, 2, 3). *b. Espiración.* — Los antebrazos vuelven á su primera posición (fig. 18, posiciones 3, 2, 4).

Tercer ejercicio. — Este ejercicio consiste únicamente en un movimiento de hombros, que deben estar á la misma altura, con los brazos caidos. *a. Aspiración.* — Se levantan los hombros, estando caidos los brazos, haciéndoles des-

cribir un arco de 180° convexo hacia adelante (fig. 19, posiciones 1, 2, 3). *b. Espiración.* — Se continúa el circulo hacia atrás, de 180° á 360°, dejando caer los hombros.

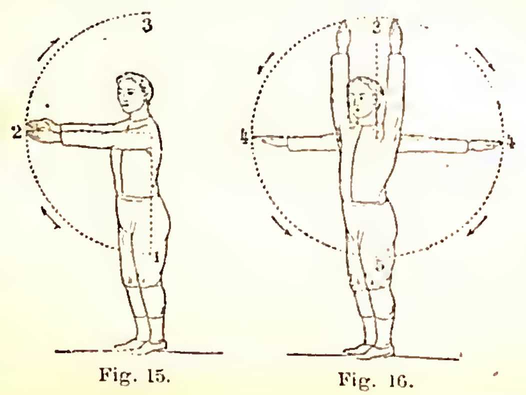


Fig. 15. Fig. 16.

Estos ejercicios prácticos hechos con regularidad durante cinco minutos por mañana y tarde, durante seis meses, en una escuela primaria de Paris, han dado los mejores resultados : corrección de las actitudes viciosas; aplomo y

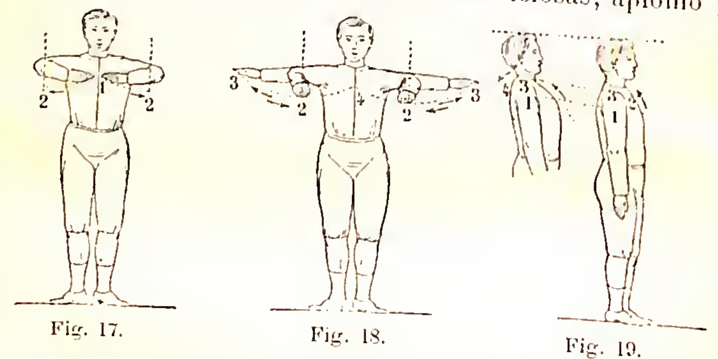


Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

uniformidad de los omoplatos; desarrollo muy rápido en los sujetos enclenques, aumento notable de la caja del pecho y de la capacidad pulmonar, llamada *capacidad vital*, medida por el volumen de aire expulsado en la mayor espiración posible.

CAPÍTULO VIII

NOCIONES DE POLICÍA SANITARIA DE LOS ANIMALES

Ley sobre la policia sanitaria de los animales (ESTRACTO).

21 julio 1881.

ENFERMEDADES CONTAGIOSAS DE LOS ANIMALES Y MEDIDAS SANITARIAS QUE LE SON APLICABLES.

ARTICULO PRIMERO. — Las enfermedades de los animales reputadas como contagiosas y que dan lugar á la aplicación de la presente ley son :

La *peste bovina* en todos los rumiantes.

La *peripneumonia* contagiosa en la especie bovina.

La *morriña* y *sarna* en las especies ovina y caprina.

La *fiebre aftosa* en las especies bovina, ovina, caprina y porcuna.

El *muermo* y los *lamparones* en las especies caballar y asnal.

La *rabia* y el *carbunco* en todas las especies.

El decreto del 23 de julio de 1888 ha añadido á la nomenclatura de las enfermedades de los animales que se reputan contagiosas : el *carbunco sintomático* o *enfisematoso* y la *tuberculosis* en la especie bovina; el *rouget* y la *pneumo-enteritis infecciosa* en la especie porcuna.

. . . .

ART. 3. — Todo propietario, toda persona que tenga, por cualquier título que sea, el cuidado ó guarda de un animal atacado o sospechoso de estar atacado de una enfermedad contagiosa, está obligado á declararlo inmediatamente al alcalde del lugar, en que se halle el animal.

Igualmente están obligados á hacer esta declaración todos los veterinarios llamados para cuidarle.

El animal atacado o sospechado de estar atacado de una de las enfermedades especificadas en el artículo 1° deberá ser inmediatamente, y antes que sea advertido o requerido por la autoridad administrativa, *secuestrado*, *separado* y *mantenido aislado* en cuanto sea posible de otros animales susceptibles de contraer la enfermedad.

Se prohibe transportarlos, antes que el veterinario designado

por la administración, los haya examinado. La misma prohibición es aplicable al *enterramiento*, por lo menos antes que el alcalde en caso de urgencia haya dado la autorización especial.

Art. 4. — El alcalde deberá, desde que esté avisado ó prevenido, *asegurarse* del cumplimiento de las prescripciones contenidas en el artículo precedente, y *proveer de oficio* si es necesario.

Luego que la declaración prescrita por el párrafo 1° del artículo precedente sea hecha, ó, en defecto de la declaración, desde que se tenga conocimiento de la enfermedad, el alcalde hace proceder á la *visita del animal enfermo ó sospechoso por el veterinario* encargado del servicio.

Este veterinario comprueba, y si es necesario, prescribe la completa ejecución de las disposiciones del tercer párrafo del artículo 3° y las medidas de desinfección inmediatamente necesarias.

En el más breve tiempo dirige su informe al *prefecto*.

Art. 5. — Después de la comprobación de la enfermedad, el prefecto *determina* las medidas que han de ejecutarse en el caso particular.

Publica, si es necesario, un *decreto conteniendo la declaración de la infección*.

Esta declaración puede exigir en las localidades que determine, la aplicación de las medidas siguientes:

1° El *aislamiento*, la *secuestración*, la *visita*, el *recuento* y *marca* de los animales y ganados en las localidades infestadas;

2° La *interdicción* de estas localidades;

3° La interdicción momentánea ó la reglamentación de *ferias y mercados*, del *transporte y circulación del ganado*;

4° La *desinfección de caballerizas, establos, carruajes ú otros medios de transporte*, la desinfección y aun la destrucción de los objetos usados por los animales enfermos ó que han sido manchados por ellos, y generalmente cualesquiera objetos que puedan servir de vehículo al contagio.

Un reglamento de administración pública determinará las medidas que serán aplicables según la naturaleza de las enfermedades.

Art. 6. — Luego que un decreto del prefecto ha confirmado la existencia de la *peste bovina* en un departamento, los animales atacados y los que de la especie bovina hayan sido contaminados, aunque no se presente signo alguno aparente de la enfermedad, son sacrificados por orden del alcalde, conforme á la proposición del veterinario delegado y después de evaluación.

Se prohibe suspender la ejecución de dichas medidas para

curar los animales enfermos, salvo en los casos y condiciones que serán especialmente determinadas por el ministro de Agricultura y de Comercio, según informe del Comité consultivo de epizooitias.

Art. 7. — En el caso previsto por el artículo precedente, *los animales enfermos serán sacrificados sobre el terreno*, salvo el caso de que el transporte del cadáver al lugar de enterramiento sea declarado por el veterinario, más peligroso que el del animal vivo; el transporte en vivo puede autorizarse por el alcalde, conforme al aviso del veterinario delegado, para los que solamente estan contaminados.

Los animales de las especies ovina y caprina que han estado expuestos al contagio, serán aislados y sometidos á las medidas sanitarias determinadas por el reglamento de administración pública para la ejecución de la ley.

Art. 8. — En el caso de *muermo confirmado*, y en el caso de *lamparones*, de *carbunco*, si la enfermedad se juzga incurable por el veterinario delegado, los animales deben ser sacrificados por orden del alcalde.

Cuando haya divergencia sobre la naturaleza ó carácter incurable de la enfermedad entre el veterinario delegado y el que designe el propietario, el prefecto designa un tercer veterinario, conformándose con lo que dictamine.

Art. 9. — En el caso de *peripneumonía contagiosa*, el prefecto debe ordenar la muerte del animal, en el término de dos dias, despues de reconocido por el veterinario delegado, y la inoculación de los animales de la especie bovina, en las localidades declaradas infestadas de esta enfermedad.

El Ministro de Agricultura tendrá el derecho de ordenar el *sacrificio* de los animales de la especie bovina que hayan estado en el mismo establo ó en el rebaño, ó en contacto con animales atacados de peripneumonía contagiosa.

Art. 10. — Cuando la *rabia* se manifiesta en cualquiera especie de los animales, obliga el sacrificio, que bajo ningún pretexto puede diferirse.

Los perros y gatos sospechosos de rabia deben ser muertos inmediatamente. El propietario de un animal sospechoso está obligado, aun á falta de una orden de los agentes de la administración, á atender al cumplimiento de esta prescripción.

Art. 11. — En las epizooitias de *morriña* el prefecto puede, en virtud del informe del comité consultivo de epizooitias, ordenar la inoculación de los ganados infestados.

Dicha operación no podrá ser ejecutada sin la autorización del prefecto.

. . . .

Art. 13. — Se prohibe la *venta* ó comercio de los animales atacados ó sospechosos de estar atacados de enfermedad contagiosa.

El propietario no podrá deshacerse de estos animales más que en las condiciones determinadas por el reglamento de la administración pública indicado en el art. 5.

Este reglamento fijará para cada especie de animales ó de enfermedades el tiempo durante el cual la prohibición de venta se aplicará á los animales que han estado expuestos al contagio.

Art. 14. — *Las carnes de los animales muertos de enfermedades contagiosas*, cualesquiera que sean, ó sacrificados por estar atacados de la peste bovina, muermo, lamparones, carbunco y rabia, no pueden ser entregadas al consumo.

Los cadáveres de los animales muertos de la peste bovina y del carbunco, ó que han sido sacrificados como atacados de estas enfermedades, deben ser *enterrados con la piel acuchillada*, á menos que no sean destinados á un taller de *destazador* regularmente autorizado.

Las condiciones con que debe ejecutarse el transporte, enterramiento ó destrucción de los cadáveres, se determinarán por el Reglamento de la administración indicado en el art. 5.

Art. 15. — La carne de los animales sacrificados por haber estado en contacto con otros atacados de peste bovina, puede ser entregada al consumo; pero sus pieles y despojos no pueden sacarse del lugar en que se sacrifiquen, sin haber sido antes desinfestadas.

Art. 16. — Todo empresario de transporte por tierra ó por agua que haya transportado ganado, debe en todo tiempo *desinfestar*, en la forma prescrita por el reglamento de administración pública, los vehículos que hayan sido empleados en dicho uso.

. . . .

Importación y exportación de animales.

Art. 24. — Los animales de las especies caballar, asnal, bovina, ovina, caprina y porcuna están sometidos, en todo tiempo, á costa de los importadores, á una visita sanitaria en el momento de su entrada en Francia, sea por tierra, sea por mar.

Puede aplicarse la misma medida á los animales de las demás

especies cuando se puede temer la invasión de una enfermedad contagiosa á consecuencia de su introducción.

. . . .

Art. 26. — El Gobierno puede prohibir la entrada en Francia, ó disponer el paso al lazareto para hacer cuarentena, de los animales susceptibles de comunicar una enfermedad contagiosa, ó de todos los objetos que pueden presentar el mismo peligro.

Se puede, en la frontera, prescribir la *muerte*, sin indemnización, de los animales enfermos ó que han estado expuestos al contagio, y además tomar todas las medidas que haga necesarias el temor de invasión de una enfermedad.

. . . .

Art. 29. — El Gobierno está autorizado para prescribir, á la *salida*, las medidas necesarias para impedir la exportación de animales atacados de enfermedades contagiosas.

Disposiciones generales.

Art. 37. — Los gastos de matadero, enterramiento, transporte, cuarentena, desinfección, así como todos los otros á que pueda dar lugar la ejecución de las medidas prescritas en virtud de la presente ley, están á cargo de los propietarios ó conductores de los animales.

En caso de protesta de los propietarios ó conductores de los animales, no conformándose con las disposiciones de la autoridad administrativa, se proveerá de oficio á su cuenta.

Los gastos de estas operaciones serán cubiertos sobre un estado ó relación dirigida por el alcalde y hecha ejecutoria por el sub-prefecto. Las oposiciones serán presentadas al juez de paz....

Art. 38. — Para asegurar la ejecución de la presente ley se establece un *servicio de epizootias* en cada departamento...

Art. 39. — Los municipios en que existan ferias, mercados de caballos ó de bestias estarán obligados á proponer á su costa, y sin perjuicio de reembolsarse por el establecimiento de un impuesto sobre los animales presentados, un veterinario para la *inspección sanitaria* de los animales conducidos á estas ferias y mercados.

. . . .

ÍNDICE

ZOOLOGÍA

BOTÁNICA

GEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA

HIGIENE

TABLA ALFABÉTICA

(Los numeros indican las páginas).

PARÍS
Imprenta de la V^da^ de Ch. BOURET



